

Juha Rintamaa

SINTRAUSUUNIEN ENNAKKOHUOLTOJEN  
TYÖSUUNNITELMIEN KEHITYS JA LUOMINEN

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
2014

# SINTRAUSUUNNIEN ENNAKKOHUOLTOJEN TYÖSUUNNITELMIEN KEHITYS JA LUOMINEN

Rintamaa, Juha  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
kesäkuu 2014  
Ohjaaja: Juuso, Jarmo

Sivumäärä: 49  
Liitteitä: 2

Asiasanat: kunnossapito, huolto, ohjeet, suunnitelmat

---

Tämän opinnäytetyön aiheena oli kehittää ja luoda työsuunnitelmat ABB Oy:n käyttämään Maximo Asset Management –toiminnanohjausjärjestelmään. Opinnäytetyöhön valittiin neljä ennakko- huoltoa, joita toteutetaan Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n Pelkistämö-osastolla sijaitseville sintrausuuneille. Työsuunnitelmien haluttiin olevan riittävän yksityiskohtaiset ja kattavat ennakko- huoltojen suorittamiseksi niiden avulla. Osalle ennakko- huolloista löytyi ennestään luodut työsuunnitelmat, mutta näitäkin työsuunnitelmia haluttiin kehitettävän.

Opinnäytetyössä tutustuttiin sintrausuuneihin ja niissä tapahtuvaan prosessiin. Tämän lisäksi opinnäytetyössä käytiin läpi työsuunnitelmien muokkaaminen ja uusien työsuunnitelmien luominen Maximo Asset Management –toiminnanohjausjärjestelmässä. Työsuunnitelmien tueksi perehdyttiin kunnossapidon perusteisiin.

Tähän opinnäytetyöhön liittyvää ennakko- huoltoa päästiin seuraamaan kerran, kun yhden sintrausuuniin vaihdettiin uunissa kiertävä metalliverkkohihna. Tämän lisäksi työsuunnitelmien sisältöä kerättiin tutkimalla vanhoja työsuunnitelmia, kyseisiin ennakko- huoltoihin liittyviä ohjeita ja muita dokumentteja. Työsuunnitelmien ja opinnäytetyöraportin sisällön tukemiseksi otettiin runsaasti valokuvia helpottamaan haluttujen asioiden sisäistämistä.

Opinnäytetyön lopputuloksena saatiin luoduksi jokaiselle ennakko- huollolle työsuunnitelmat. Työsuunnitelmien sisältö kehitettiin sille tasolle, minkä katsottiin olevan riittävä hyödynnettävän materiaalin puitteissa. Työsuunnitelmien lisäksi luotiin kahdelle ennakko- huollolle liitteiksi työohje, joista toinen on liitteenä tässä opinnäytetyöraportissa.

# CREATING AND DEVELOPING WORK PLANS FOR SINTERING FURNACE MAINTENANCE

Rintamaa, Juha

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

June 2014

Supervisor: Juuso, Jarmo

Number of pages: 49

Appendices: 2

Keywords: maintenance, service, instructions, plans

---

The subject of this final project was to create new work plans and to develop existing ones for the Maximo Asset Management enterprise resource management software used by ABB Ltd. This project would focus on four maintenance tasks on sintering furnaces in use by the reduction unit of Norilsk Nickel Harjavalta Ltd. The work plans were to be detailed and comprehensive, so that the maintenance could be based upon them. Work plans were already available for some of the tasks, but these were in need of improvement as well.

The project involved orientation on sintering furnaces and on the process involved, as well as reviewing the creation and editing of work plans in the Maximo Asset Management enterprise resource management software. Getting accustomed with the basics of the maintenance was necessary to guarantee satisfactory coverage of the subject in the work plans.

Maintenance related to this final project was observed in practice on one occasion, when the metallic conveyor grid within a furnace was replaced. In addition, material for the new work plans was gathered by analyzing previous work plans, instructions related to the relevant maintenance tasks, and other documents. A great number of photographs was taken for facilitating the internalizing of necessary information, and for supporting both the work plans and the report for this final project.

As a result of this final project, work plans were successfully created for each of the maintenance tasks. The quality of the work plans was deemed adequate within the restrictions imposed by the material available. In addition to the work plans, instructions were written for two of the maintenance tasks; one of these is included in the appendix.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Taustaa .....	6
1.2	Tavoite ja rajaukset .....	7
2	YRITYSESITTELYT .....	8
2.1	ABB Oy .....	8
2.2	Norilsk Nickel Harjavalta Oy .....	9
3	NORILSK NICKEL HARJAVALTA OY:N PROSESSI JA ENNAKKOHUOLTOTYÖSUUNNITELMIEN KOHDELAITTEET .....	11
3.1	Pelkistämö.....	11
3.2	Briketointi, sintraus ja sintrausuunit .....	12
3.2.1	Sintrausuunit 241 ja 251 (SU 241 ja SU 251) .....	13
3.2.2	Sintrausuuni 217 (SU 217) .....	13
4	KUNNOSSAPITO .....	15
4.1	Kunnossapidon terminologiaa .....	16
4.2	Kunnossapitolajit .....	24
4.3	Tuottava kunnossapito, TPM (Total Productive Maintenance).....	25
4.3.1	Siisteys ja järjestys, 5S .....	27
4.3.2	Elinikätuotto, LCP .....	29
4.4	Tavoitteet kunnossapidolle .....	29
4.4.1	KNL, käynnissäpidon mittari .....	30
4.5	Kunnossapidon työsuunnittelu.....	31
4.6	Kunnossapito ammattina.....	32
5	MAXIMO ASSET MANAGEMENT – TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄ .....	34
5.1	Lyhyesti.....	34
5.2	Työsuunnitelman luominen järjestelmään .....	34
6	ENNAKKOHUOLLOT .....	38
6.1	Työluvut .....	38
6.2	Meshbeltin vaihto.....	38
6.3	Muhvelin vaihto .....	40
6.4	Uunin perälaatikon huolto.....	41
6.5	Työturvallisuus ja hyvinvointi .....	41
6.5.1	Tulityöt .....	42
7	TYÖSUUNNITELMIEN KEHITYS JA LUOMINEN .....	44

7.1	Alkutilanne.....	44
7.2	Työsuunnitelmien kehitys- ja luomistyö.....	44
7.3	Havaitut turvallisuusriskit.....	45
8	YHTEENVETO .....	48
	LÄHTEET.....	49
	LIITTEET	

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Taustaa

Tämän opinnäytetyön tekijä on ollut aiemmin Norilsk Nickel Harjavalta Oy:llä kesätöissä ja tätä kautta saanut opintoihinsa sisältyneelle opinnäytetyölleen aiheen ABB Oy:ltä. ABB Oy vastaa Harjavallan Suurteollisuuspuiston alueella Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n kunnossapidosta. ABB:llä on käytössään maailmanlaajuisesti Maximo Asset Management -toiminnanohjausjärjestelmä, jonka yhtenä ominaisuutena on mahdollisuus luoda ennakkohuolloille työsuunnitelmat järjestelmään. Työsuunnitelmien tarkoitus on, että niitä pystyttäisiin hyödyntämään ennakkohuoltoja suunniteltaessa, niitä tehtäessä ja opetettaessa. Ennen kaikkea työsuunnitelmien pitäisi olla sellaisia, että pelkästään työsuunnitelmaa/työohjeistusta seuraamalla ennakkohuolto pystyttäisiin suorittamaan alusta loppuun, vaikka kyseistä ennakkohuoltoa suorittava kunnossapitoasentaja ei olisi ennakkohuoltoa ennen tehnyt.

Harjavallassa ABB:llä ei olla tyytyväisiä tämän ominaisuuden käyttöasteeseen. Työsuunnitelmia ei joko ole luotu tai luotujen työsuunnitelmien laatu ja tarkkuus eivät ole riittävällä tasolla. Työsuunnitelmien katsotaan olevan osittain hyödyttömiä, sillä käytännössä ennakkohuoltojen toteutuksen onnistuminen on täysin kunnossapitoasentajien muistin, tietojen ja ammattitaidon varassa. Eikä ennakkohuoltoa teoriassakaan pystytä toteuttamaan työsuunnitelmaa seuraten. Joihinkin ennakkohuoltoihin löytyy myös paperiversioisia työohjeita, mutta nekin ovat auttamattomasti osittain vanhentuneita prosessiin ja laitteisiin tehtyjen muutosten vuoksi. Niidenkään tarkkuus ei ole lähelläkään riittävää tasoa. Harjavallassa ABB:llä todettiin tarpeelliseksi uusien työsuunnitelmien luominen sekä vanhojen kehitys ja päivitys Maximo Asset Management -toiminnanohjausjärjestelmään.

## 1.2 Tavoite ja rajaukset

Tämän opinnäytetyön tavoite on kehittää, päivittää ja luoda työsuunnitelmia Maximo Asset Management -toiminnanohjausjärjestelmään sillä tarkkuudella, mihin käytössä ajassa ja saadun materiaalin avulla päästään. Työsuunnitelmista on tarkoitettu tehtävän mahdollisimman kattavat ja yksityiskohtaiset, jotta ennakkohuollot pystyisi suorittamaan kunnossapitoasentaja, joka ei aikaisemmin ole kyseisiä ennakkohuoltoja tehnyt. Ennakkohuoltojen suorittamiseksi vaaditaan kunnossapitoasentajien riittävä koulutus ja ammattitaito työn suorittamiseksi turvallisesti ja ohjeiden/suunnitelmien mukaisesti. Tarkemmin aihe on rajattu käsittämään neljä ennakkohuoltoa Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n omistamille sintrausuuneille. Ennakkohuollot, joille työsuunnitelmat luodaan, ovat:

- sintrausuuni 241:n ja 251:n (SU 241 ja SU 251) metalliverkkohihnan (meshbeltin) vaihto
- sintrausuuni 217:n (SU 217) meshbeltin vaihto
- sintrausuuni 241:n ja 251:n muhvelin vaihto
- sintrausuunien 241:n ja 251:n perälaatikon huolto.

Kun kaikki löydetty ja saatu materiaali työsuunnitelmien kirjoittamiseksi on koottu yhteen, työsuunnitelmille luodaan vaiheet, joiden jokaisen alta löytyy mahdollisimman yksityiskohtaiset työohjeet kyseiselle vaiheella. Työsuunnitelmien jokaiselle vaiheelle määritetään kesto, mikä helpottaa ennakkohuoltojen aikataulun suunnittelussa, jotta tuotanto selviäisi mahdollisimman pienillä pysäytyksillä. Työsuunnitelmiin määritetään myös ennakkohuollon vaatimat henkilöresurssit; esimerkiksi tarvitaanko sähkömiestä vai mekaanista kunnossapitoasentajaa, vai molempia. Työsuunnitelmiin pystytään liittämään tiedostoja, kuten esimerkiksi kuvia.

## 2 YRITYSESITTELYT

### 2.1 ABB Oy

ABB on johtava sähkövoima- ja automaatioteknologia yhtymä, ja sillä on palveluksessa noin 150 000 henkilöä yli sadassa maassa, joista Suomessa noin 5 500. Yhtiö perustettiin 1988, mutta sen historia ulottuu jo yli 120 vuoden päähän. Yhtiö muodostettiin liittämällä kyseisenä vuonna yhteen ruotsalaisen Asean ja sveitsiläisen Brown Boverin liiketoiminnot. Nykyään ABB:n liiketoiminta koostuu viidestä divisioonasta, jotka jakautuvat asiakassegmenttien ja teollisuudenalojen mukaan. Divisioonat ovat:

- Power Products
- Power Systems
- Discrete Automation and Motion
- Low Voltage Products
- Process Automation. (ABB:n www-sivut 2014.)

Suomessa ABB toimii yli 30 paikkakunnalla ja se on yksi suurimmista teollisista työnantajista. Suomessa ABB:n liikevaihto on noin 2,3 miljardia euroa. Esimerkiksi tuotekehitykseen ABB käyttää noin 193 miljoonaa euroa vuodessa. Helsingissä, Vaasassa ja Porvoossa sijaitsevat tehdaskeskittymät:

- Helsinki, Pitäjämäki: moottorit, generaattorit, taajuusmuuttajat, energianhallinta-, linjakäyttö-, sähköistys-, ja instrumentointiratkaisut, tehdastietojärjestelmät ja kunnossapitopalvelut
- Helsinki Vuosaari: sähköistys- ja automaattioratkaisut meriteollisuuteen, Azipod -ruoripotkurijärjestelmät
- Vaasa: moottorit, erikoismuuntajat, kytkintuotteet, releet, sähkönverkon ohjaus, valvonta ja automaatio, sähkönsiirto- ja jakelujärjestelmät, energianhallinta-, linjakäyttö-, sähköistys-, ja instrumentointiratkaisut sekä tehdastietojärjestelmät
- Porvoo: sähköasennustuotteet. (ABB:n www-sivut 2014.)

Harjavallan Suurteollisuuspuistossa toimiva ABB:n yksikkö kuuluu Full Service-palveluliiketoimintayksikköön, joka puolestaan on osa Process Automation –divisioonaa.



Full Service –palveluliiketoiminta kasvattaa ja ylläpitää teollisuuden tuotantoa tarjoamallaan kunnossapitopalveluilla. Se sitoutuu tehostamaan ja parantamaan tuotantolaitoksen suorituskykyä, luotettavuutta ja hyötysuhdetta. Full Service –palveluliiketoiminnan yksiköt tuottavat ympäri maailman kunnossapitoa niin yksittäisille kuin useiden tuotantolaitosten kokonaisuuksille. Tuotantolaitoksen ja ABB:n kirjoitettua kumppanuussopimus, ABB hoitaa koko laitoksen kunnossapidon erikseen sovitussa laajuudessa. Kumppanuussopimuksia on kirjoitettu yli 300 ympäri maailman. Kaiken kaikkiaan Full Service –palveluliiketoiminta työllistää noin 4200 henkilöä ympäri maailman yli 20 maassa. Suomessa yksikkö työllistää noin 200 ammattilaista noin 10 paikkakunnalla. (ABB:n www-sivut 2014.)

## 2.2 Norilsk Nickel Harjavalta Oy

Harjavallan Suurteollisuuspuistossa sijaitseva nikkelitehdas perustettiin vuonna 1960 ja nykyiseen omistukseen se siirtyi vuonna 2007. NNH (Norilsk Nickel Harjavalta) kuuluu venäläiseen MMC Norilsk Nickel -konserniin, joka on 20 prosentin osuudellaan maailman johtavin nikkelin tuottaja. Konserni tuottaa myös noin puolet maailman palladiumista, jonka lisäksi muita merkittäviä tuotteita ovat platina ja kupari. Sivutuotteina ovat mm. koboltti, rhodium, hopea ja kulta. Konsernin kokonaisliikevaihto vuonna 2011 oli yli 14 miljardia Yhdysvaltain dollaria. Konsernilla on toimipisteitä (Kuva 1) kolmessa maanosassa, viidessä maassa: Venäjällä, Australiassa, Botswanassa, Etelä-Afrikassa ja Suomessa, Harjavallassa. (Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n www-sivut 2014.)

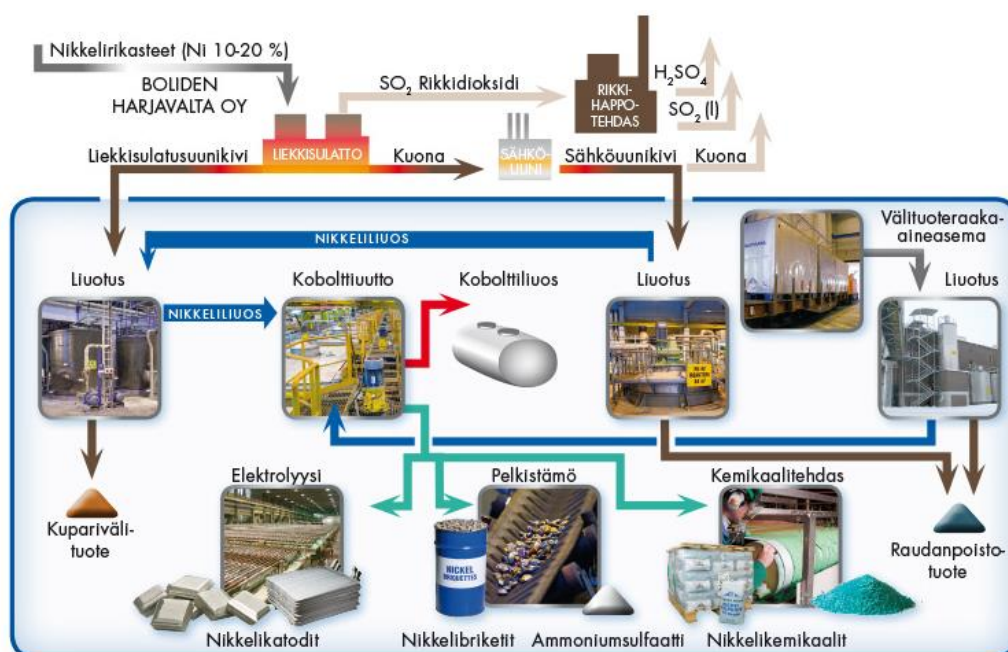


Kuva 1. Konsernin toimipaikat maailmalla. (Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n www-sivut 2014)

NNH valmistaa korkean teknologian nikkeli tuotteita: nikkelikatodeja, nikkelibrikettejä, nikkelisulfaattia, nikkelihiydroksidia, nikkelihiydroksikarbonaattia ja nikkeli tuotannon sivutuotteena ammoniumsulfaattia. Tarkemmin NNH:n prosessista tähän opinnäytteeseen liittyvältä osalta kerrotaan luvussa 3 Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n prosessi ja työsuunnitelmien kohdelaitteet. Kokonaistuotanto NNH:lla on noin 50 000 tonnia vuodessa, yrityksellä on noin 270 työntekijää ja kokonaistyöllistyvyys Harjavalan Suurteollisuuspuiston alueella on noin 500 henkilöä. (Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n www-sivut 2014.)

### 3 NORILSK NICKEL HARJAVALTA OY:N PROSESSI JA ENNAKKOHUOLTOTYÖSUUNNITELMIEN KOHDELAITTEET

Norilsk Nickel Harjavalta Oy tuottaa metallista nikkeliä, jota käytetään raaka-aineena ruostumattoman teräksen sekä muiden metalliseosten valmistukseen. Tuotantolinjassa, joka koostuu useista hydrometallurgisista osaprosesseista, käsitellään nikkeliä, nikkelisakkoja ja muita toisarvoisia raaka-aineita. Jauhatus-, liuotus- ja liuospuhdistusvaiheiden jälkeen prosessiliuos jakaantuu kemikaalitehtaalle sekä katodi- ja brikettituotantolinjoille. Kaaviossa 1 esitetään nikkeli-liuoksen kulku eri osastojen välillä. Brikettituotantolinja sijaitsee Pelkistämöllä, jossa ennakko- ja huoltotyösuunnitelmien kohdelaitteet, eli sintrausunit, ovat.



Kaavio 1. NNH:n prosessikaavio. (Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n www-sivut 2014.)

#### 3.1 Pelkistämö

Pelkistämöllä lopputuotteena valmistetaan nikkelibrikettejä. Uutoissa ja saostamalla puhdistettu nikkeli-liuos pelkistetään vedyllä panoksittain autoklaaveissa sopivassa atmosfäärissä. Autoklaaveissa syntynyt nikkeli-pulveri erotetaan liuoksesta laskeuttamalla ja suodattamalla. Nikkeli-pulveri kuivataan, minkä jälkeen pulveri varastoidaan nikkeli-pulverisiiloihin briketointia varten, tai vaihtoehtoisesti odottamaan pakkaa-

mista sellaisenaan asiakkaalle. Pelkistysten loppuliukuksena syntyy ammoniumsulfaattiliuos, joka puhdistetaan sulfidisaostuksessa. Saostuksen jälkeen puhdistettu ammoniumsulfaattiliuos kiteytetään ja kuivataan myytäväksi tuotteeksi.

### 3.2 Briketointi, sintraus ja sintrausuunit

Nikkelipulverisiiloista otetaan kuivattu nikkelipulveri, joka puristetaan briketointikoneilla sintraamattomiksi nikkelibriketeiksi, jotka ovat sellaisenaan jo myytäväksi kelpaavaa tuote. Sintrattuja nikkelibrikettejä saadaan käsittelemällä nikkelibriketit sintrausuuneissa, joissa nikkelibriketit sintrataan koviksi ja niistä poistetaan hiiliä puhtaudesta. Sintrausvaihe voidaan jakaa seuraaviin osaprosesseihin: hiilenpoisto, sintraus ja jäähdytys. (Berg sähköposti 7.5.2014.)

Hiilenpoistovyöhykkeen olosuhteissa, noin 550 °C:ssa, poistuu briketeistä orgaaninen sideaine ja hiili. Hiilen palaminen  $C + O_2 \rightarrow CO_2$ . Sintrausvyöhykkeellä, jossa lämpötila on noin 900 °C, tapahtuu sintrautuminen. Sintraus on perinteinen jauhemetallurginen menetelmä, jossa hallitussa atmosfäärissä jauhepuriste kuumennetaan pääseosaineen sulamispisteen alapuolelle. Sintrausprosessissa jauhepartikkelit sitoutuvat diffuusion avulla metallisidoksilla toisiinsa. Tällöin materiaalin tiheys, sitkeys ja lujuus kasvavat tuntuvasti. Sintrauksen onnistumisen kannalta tärkeimmät tekijät ovat aika, lämpötila ja kaasu, joka ympäröi sintrattavaa materiaalia. Muita vaikuttavia tekijöitä ovat materiaalin aktiivisuus sintrautumiseen ja puristeen alkutiheys. (Berg sähköposti 7.5.2014; Aaltonen, Aromäki, Ihalainen & Sihvonen 1985, 108-109.)

Prosessista poistuva kaasu poltetaan polttokammiossa. Jäähdytysvyöhykkeellä sintratut nikkelibriketit jäädytetään epäsuoralla vesijäähdytyksellä poistolämpötilaan, jonka halutaan olevan alle 140 °C. Sintratut briketit siirretään hihnakuuljettimilla nikkelibrikettisiiloihin, joista ne kulkevat seulojen kautta automaattiselle pakkauslinjalle. (Berg sähköposti 7.5.2014.)

### 3.2.1 Sintrausuunit 241 ja 251 (SU 241 ja SU 251)

Sintrausuunit 241 ja 251 (Kuva 2) ovat identtiset pieniä rakenteellisia eroja lukuun ottamatta. Uunien valmistaja on Elino, tyyppi: Fb-140/V 35/100-11EW.OH. Uunit ovat metallihihnakuljettimella varustettuja, säädelyissä kaasuolosuhteissa toimivia muhveliuuneja. Uunin sisällä on tunnelimainen, muusta uunitilasta erotettu ns. muhveli, jonka sisällä olevassa prosessitilassa, muhvelin pohjalla kulkevalla hihnalla oleva nikkelibrikettikerros kulkee uunin prosessivaiheesta toiseen.



Kuva 2. Sintrausuunit 241 ja 251 (SU 241 ja SU 251)

Tämän opinnäytetyön neljästä ennakkohuollosta, joille työsuunnitelmat luodaan, kolme liittyvät 241:lle ja 251:lle tehtäviin ennakkohuoltoihin.

### 3.2.2 Sintrausuuni 217 (SU 217)

Sintrausuuni 217 (Kuva 3) on Mahlerin valmistama uuni, tyyppi: DLMGE 1300/100/3000S, joka on metallihihnakuljettimella varustettu uuni. Sintrausuuni 217 on uudempi kuin 241 ja 251, ja siitä käytetäänkin nimitystä ”uusi uuni”. Uunissa tapahtuva prosessi on sama kuin 241 ja 251 uuneissa, vaikka rakenteellisesti ja toiminnollisesti ero on suuri. Esimerkiksi muhvelia ei ole.



Kuva 3. Sintrausuuni 217 (SU 217)

## 4 KUNNOSSAPITO

Tässä luvussa käsitellään kunnossapitoa siinä määrin, minkä katsotaan tässä opinnäytetyössä hyväksi tuoda esille. Kunnossapito on käsitteenä hyvinkin laaja ja moniulotteinen, ja se rinnastetaan usein huoltoon. Vaikka kunnossapitoa ja huoltoa yleisesti pidetäänkin synonyymeinä, ei niillä tarkoiteta käsitteinä saman laajuista kokonaisuutta. Kunnossapito käsittää huomattavasti laajemman kokonaisuuden kuin huolto, sillä kunnossapitoon kuuluu kaiken konkreettisen lisäksi myös oma ajattelutapa. Kulmakivenä kunnossapidossa voidaankin pitää ajattelutapaa, TPM (Total Productive Maintenance), Tuottava Kunnossapito. (Aalto 1994, 13.)

Huollon toimintojen pääosat ovat lähinnä konkreettisia, kuten ennakoiivat toimenpiteet, vianetsintä ja korjaus, joilla halutaan turvata vain laitteiden ja koneiden toiminta. Kunnossapito alun alkaen kuitenkin perustuu huoltoon ja sana ”huolto” kerrotaan olevan peräisin sotilassanastosta, jossa sen merkitys on ollut taisteluyksikköjen tehon ja vahvuuden pitämistä halutulla tasolla. Teollisuudessa kunnossapitoa on ollut niin kauan kuin teollisuutta on ollut. 1950-lukua pidetään ajanjaksona, jolloin Yhdysvalloissa alkoi varsinaisesti kunnossapitotoiminnan järjestelmällinen kehitys ja käyttö. (Aalto 1994, 13-17.)

Kunnossapidosta ja sen eri tekniikoista löydetään kirjallisuutta ja muuta materiaalia hyvinkin paljon, mutta tässä opinnäytetyössä kunnossapidon käsitteitä ja määritelmiä esitellään PSK-standardisoinnin pohjalta niiltä osin, joiden katsotaan olevan hyödyllistä tietoa työsuunnitelmiin tutustuessa ja työsuunnitelmia luotaessa. Näiden käsitteiden ja määritelmien täydentämiseksi käytettiin muutamaa muuta lähdettä. ABB Oy on PSK-standardisoinnin jäsen.

PSK-lyhyesti:

”PSK Standardisointi on teollisuuden ja sitä palvelevien yritysten yhteinen kehitysyksikkö, josta on lähes 40 vuoden kuluessa tullut merkittävä eri osapuolten puolueeton kohtauspaikka. PSK:n tavoitteena on tukea jäsenistönsä kotimaista sekä kansainvälistä liiketoimintaa standardisoinnilla ja koulutuksella. Jäsenyritysten yhteinen liikevaihto 50 miljardia euroa kuvaa parhaiten PSK:n toiminnan laajuutta.

Vuositasolla standardien laadintaan työryhmissä osallistuu noin 200 asiantuntijaa ja PSK:n piirissä on noin 500 aktiivista asiantuntijaa, jotka osallistuvat monin eri tavoin yhteisiksi koettujen ongelmien ratkaisujen löytymiseen mm. antamalla lausuntoja standardiehdotuksiin. PSK:n laatimat standardit ovat käytännönläheisiä ja menetelmätyyppisiä työkaluja, ja niiden kehyksinä käytetään eurooppalaisia sekä kansainvälisiä tuotestandardeja. PSK-standardit julkaistaan internetissä PSK:n kotisivujen suojatussa osuudessa, jonne pääsy on ainoastaan jäsenistöllä, muille standardit myydään painoversioina.” (PSK-standardisoinnin www-sivut. 2014.)

#### 4.1 Kunnossapidon terminologiaa

Tässä esitellään osa PSK-standardiston luvussa 6201 kerrotusta terminologiasta. Termit ovat aakkosjärjestyksessä.

##### **”Ehkäisevä kunnossapitoaika**

Ehkäisevään kunnossapitoon käytetty aika sisältäen tekniset ja logistiset viiveet. Ehkäisevä kunnossapito tarkoittaa toimenpiteitä, jotka tapahtuvat ennalta määriteltyjen jaksojen tai kriteerien mukaan tavoitteena alentaa kohteen vikaantumisen tai toiminnan heikkenemisen todennäköisyyttä.

##### **Elinaika**

Elinaika on aika, jolloin kohde pystyy suorittamaan vaaditut toiminnot, päättyen vasta kun kohde vian takia ei enää ole teknisesti tai taloudellisesti korjattavissa.

##### **Enimmäiskorjausaika**

Aika, joka enintään saa kulua kohteen tiettyyn korjaukseen.

##### **Huollettavuus**

Suunniteltu ominaisuus, joka mittaa huoltotoimenpiteiden suorittamisen helppoutta. Tällaisia ovat esim. pysäytystarve, huoltokohteiden sijainti, rakenteiden tai suojalaitteiden poistotarve, puhtaana pidettävyyden helppous, osavaliokoiden suuruus, osien ja



materiaalien yleinen saatavuus, huoltotoimenpiteiden turvallisuus ja niiden ajallinen kesto.

### **Hyödyllinen käyttöikä**

Hyödyllinen käyttöikä on määritellyissä olosuhteissa ajanjakso, joka alkaa käyttöönotosta ja päättyy, kun vikataajuus ei ole enää hyväksyttävissä tai kun kohde voidaan todeta korjauskelvottomaksi. Hyödyllinen käyttöikä voi päättyä myös taloudellisista, ympäristö- tai turvallisuussyistä.

### **Häiriö**

Häiriö aiheuttaa tuotannon menetyksiä ja välittömän korjaustarpeen.

### **Häiriöseisokki**

Tila, jossa tuotanto on keskeytynyt vian vuoksi.

### **Häiriötoipumisaika**

Toimintakelpoisuuden palauttamiseen kuluva aika sisältäen vian havaitsemisen jälkeen teknisiin ja logistisiin viiveisiin, korjaustoimenpiteeseen ja ylösajoon kuluneen ajan.

### **Häiriökorjausaika**

Häiriökorjausaika on korjaustoimenpiteeseen kuluva aika, joka ei sisällä viiveitä.

### **Joutoaika**

Ajanjakso, jolloin kohde on joutotilassa. Joutotilassa kohdetta ei käytetä, mutta se on toimintakelpoinen. Joutotilan aikana koneelle voidaan tehdä kunnossapitotoimenpiteitä.

### **Juurisyys**

Juurisyyllä tarkoitetaan tuotantolinjan tai prosessin toimintakelvottomuustilaan johtavaa syy-seurausketjun käynnistävää herätettä. Se voi olla esimerkiksi laitevika tai henkilöstön aiheuttama.

**Kohde**

Mikä tahansa osa, komponentti, laite, osajärjestelmä, toiminnallinen yksikkö, välineistö tai järjestelmä, jota voidaan tarkastella erikseen.

**Kriittinen vika**

Vika, jonka arvioidaan todennäköisesti johtavan henkilöiden loukkaantumiseen, merkittäviin aineellisiin vahinkoihin, tuotannollisiin menetyksiin tai muihin ei-hyväksyttäviin seurauksiin.

**Kriittisyys**

Arvio, joka kuvaa kohteeseen liittyvän riskin vakavuutta, esiintymisen todennäköisyyttä ja taajuutta.

**Kunnossapito**

Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.

**Kunnossapidettävyyksivaatimukset**

Kattava määrittely järjestelmältä vaadittavista ominaisuuksista (määrälliset ja laadulliset ominaisuudet), jotka on otettava huomioon suunnittelussa ja todennettava käytössä. Vaatimukset ja ominaisuudet voidaan jakaa osajärjestelmille, laitteille ja osille.

**Kunnossapidon seisokki**

Tila, jossa kohde ei kykene suorittamaan vaadittua toimintoa vian tai ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteen vuoksi.

**Kunnossapitoaika**

Häiriökorjauksiin ja suunniteltuun kunnossapitoon kuluva alasajo-, viive-, toimenpide- ja ylösajoaika.

### **Kunnossapitopaikka**

Kunnossapitopaikka on suunniteltu kunnossapidon suorituspaikka, esim. kunnossapidettävän laitteen sijaintipaikka, korjaamo tai sen valmistanut tehdas.

### **Kunnossapitoseisokkiaika**

Ajanjakso, jolloin kohde ei kykene suorittamaan vaadittua toimintoa vian tai ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteen vuoksi.

### **Käynninaikainen kunnossapito**

Kunnossapitotoimenpide, joka suoritetaan kohteen suorittaessa vaadittua toimintoa.

### **Käynnissäpito**

Käytön lisäksi käyttöhenkilöstön tehtäviin voi sisältyä kohteen käyttökuntoon liittyviä tehtäviä kuten, puhdistukset, voitelu, asetukset, tuotantokoneiden korjauksia sekä kunnonvalvontaa ja tuotantokyvyn seuranta.

### **Käyntiaika**

Käyntiaika on ajanjakso, jolloin kohde suorittaa vaadittua toimintoa

### **Käyntiaste**

Käyntituntien suhde tarkastelujakson vertailtavaan kokonaisaikaan. Kokonaisaikana käytetään yleensä yhtä (1) vuotta, eli 8760 tuntia. Käyntiasteella voidaan kuvata mm. laitteeseen kohdistuvaa raskautta.

$\text{Käyntiaste} = \text{käyntitunnit} / \text{kokonaisaika} \times 100 \%$

### **Käyttö**

Tuotannon toteuttamisen välittömät toimenpiteet, kuten prosessinohjaus ja koneiden käyttö. Käyttöön voi kuulua myös tuotteen, prosessin, tms. vaatimat kytkentöjen muutokset, vaihtoyksiköiden, komponenttien ja työkalujen vaihdot.

### **Käyttöaika**

Käyttöaika on ajanjakso, joka tarvitaan vaaditun tuotantomäärän tuottamiseen. Käyttöaika sisältää käyntiajan, käytön ja kunnossapidon vaatimat seisokit.

### **Käyttöaste**

Käyttöasteella kuvataan halutun tuotantomäärän vaatimaa aikaa. Käyttöaste on käyttötuntien suhde kokonaisaikaan. Kokonaisaikana käytetään yleensä yhtä (1) vuotta. Käyttötunnit ovat tuotantotuntien sekä käytön ja kunnossapidon vaatimien seisokkien kokonaisaika.

$\text{Käyttöaste} = \text{käyttötunnit} / \text{kokonaisaika} \times 100 \%$

### **Käytön seisokki**

Tila, jossa kohde ei kykene suorittamaan vaadittua toimintoa käytön suunnitellun tai suunnitteleman toimenpiteen vuoksi.

### **Laitenumero**

Laitteen yksilöivä tunnus. Laitenumerot voidaan ryhmitellä laitetyypeittäin esim. pumpput, kuljettimet ja moottorit.

### **Laitetiedosto**

Tiedosto, joka sisältää laitteen ja sen osien perustiedot.

### **Lievä vika**

Vika, joka ei vaikuta kohteen mihinkään tärkeäksi arvioituun toimintoon.

### **Logistiikka**

Työvoiman, varaosien ja materiaalien, tilojen, kunnossapitolaitteistojen, varastoinnin, telineiden ja alihankintojen yksilöintiä, valitsemista, hankintaa ja toimitusta.

### **Parannus**

Toimenpide, jonka tarkoituksena on parantaa kohteen turvallisuutta, luotettavuutta tai kunnossapidettävyyttä muuttamatta kohteen toimintaa.

**Piilevä vika**

Kohteessa oleva vika, jota ei ole havaittu.

**Seisokki**

Tila, jossa kohde ei kykene suorittamaan vaadittua toimintoa käytön tai kunnossapidon toimenpiteen vuoksi.

**Seisokkiaika**

Ajanjakso, jolloin kohde ei ole tuotannossa käytön tai kunnossapidon vaatimien toimenpiteiden vuoksi.

**Suunniteltu seisokki**

Tila, jossa tuotanto on suunnitelmallisesti pysäytetty

**Tehdaspalvelu**

Tehdaspalvelu on tuotantolaitoksen sekä sen laitteiston ja ympäristön kehittämiseen, kunnossapitoon ja materiaalihallintoon liittyvää toimintaa.

**Tekninen hierarkia**

Laitetiedostot järjesteltynä hierarkkisesti teknisen kokonaisuuden, prosessin tai osaprosessin mukaan.

**Testattavuus**

Suunniteltu ominaisuus, joka sallii kohteen tilan, kunnon ja toiminnan valvonnan ja tarkastamisen kohtuullisessa ajassa. Tällaisia ovat esimerkiksi näytteenotto ja kunnonvalvonnan mittaukset.

**Toimintakelpoisuusaika**

Ajanjakso, jolloin kohde on toimintakelpoisuustilassa.

**Toimintakelpoisuustila**

Tila, jossa kohde kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon edellyttäen, että ulkoiset resurssit, jos niitä tarvitaan, on saatavilla.

**Toimintakelvottomuusaika**

Ajanjakso, jolloin kohde on toimintakelvottomuustilassa.

**Toimintakelvottomuustila**

Tila, jossa kohde ei kykene suorittamaan vaadittua toimintoa vian tai ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteen vuoksi

**Toimintopaikka, laitepaikka tai konepaikka**

Tunnus, joka yksilöi ao. paikan tuotantoprosessissa ja/tai paikantaa sen maantieteellisesti. Ao. paikkaa voidaan käyttää seurannan sekä työnsuunnittelun apuvälineenä ja siihen voidaan kohdentaa kustannuksia, työtä, laitteita, varaosia sekä asiakirjoja.

**Ulkoinen toimintakyvyttömyysaika**

Ulkoinen toimintakyvyttömyystila on tila, jossa kohde on toimintakelpoisuustilassa, mutta siltä puuttuu tarpeelliset ulkoiset resurssit tai se johtuu muiden kuin kunnossapidon suunnitelluista toimenpiteistä

**Vakava vika**

Vika, joka vaikuttaa kohteen tärkeäksi arvioituun toimintoon.

**Varmennus**

Useamman kuin yhden toteutustavan olemassaolo tietyllä ajan hetkellä vaaditun toiminnon suorittamiseen.

**Vaurio**

Vikaantumisesta voi seurata vaurio.

**Viive (odotusaika)**

Se aika, jolloin mitään varsinaista korjausta ei voida kohteelle tehdä osien toimitusajan tai muun esteen vuoksi.

**Vika**

Vika on tila, jossa kohde ei kykene suorittamaan vaadittua toimintoa täydellisesti pois lukien ehkäisevän kunnossapidon, jonkin muun suunnitellun toimenpiteen tai ulkoisten resurssien puutteesta johtuvan toimintakyvyttömyyden takia.

**Vikaantuminen**

Tapahtuma, jonka seurauksena kohteen kyky suorittaa vaadittu toiminto päättyy.

**Vikaantumisaika**

Vikaantumisaika on kohteen käyntiaika käyttöönotosta vikaantumiseen tai kunnostamisesta tai korjauksesta seuraavaan vikaantumiseen.

**Vikaantumismekanismi**

Fyysinen, kemiallinen tai muu prosessi, joka on johtanut vikaantumiseen. Esimerkiksi kuluminen, syöpyminen, väsyminen, murtuminen.

**Vikaantumisyy**

Olosuhteet tai virheellinen toiminta määrittelyn, suunnittelun, valmistuksen, asennuksen, käytön tai kunnossapidon aikana, mitkä ovat johtaneet vikaantumiseen.

**Vian paikannettavuus**

Ominaisuus, joka mahdollistaa vian etsimisen ja paikannuksen laitteessa niin, että se voidaan korjata suunnitellusti.

**Vikamuoto**

Tapa, jolla kohteen kykenemättömyys suorittaa vaadittu toiminta ilmenee.

**Vikataajuus**

Vikataajuus on vikojen lukumäärä tarkastelujaksolla.

**Vikaväli**

Kahden peräkkäisen vian välinen ajanjakso.

### Vähittäisvikaantuminen

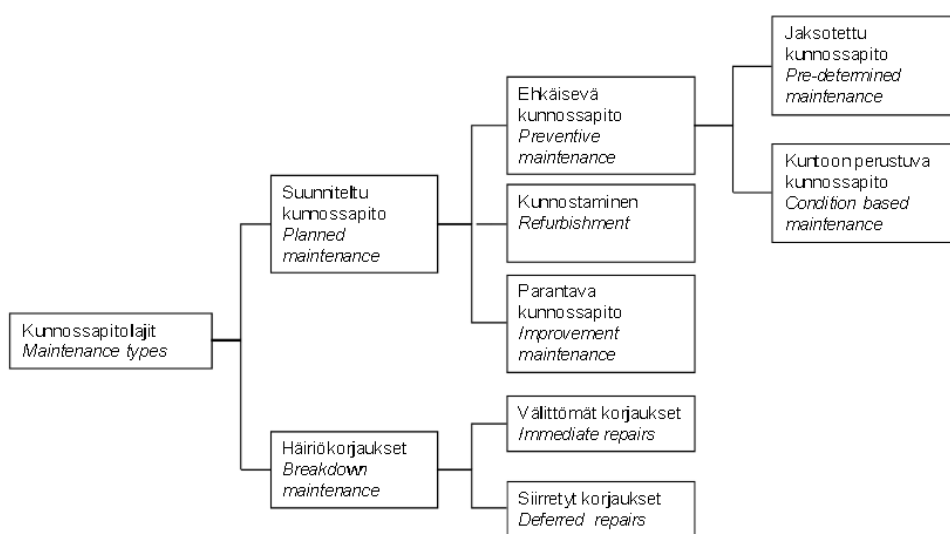
Vikaantuminen, joka aiheutuu kohteen kyseessä olevien ominaisuuksien ajan myötä tapahtuvista asteittaisista muutoksista.

### Äkkivikaantuminen

Vikaantuminen, jota ei osattu ennakoida etukäteen tapahtuvalla tarkastuksella tai valvonnalla.” (PSK 6201 2011, 2-21.)

## 4.2 Kunnossapitolajit

Kunnossapito jaetaan PSK-standardisoinnin mukaan kaaviossa 2 nähtävän jaottelun mukaisesti. Kunnossapitolajit jaetaan suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjauksiin.



Kaavio 2. Kunnossapitolajit. (PSK 6201 2011, 22)

Suunniteltu kunnossapito jaetaan ehkäisevään ja parantavaan kunnossapitoon sekä kunnostamiseen. Ehkäisevä kunnossapito ylläpitää kohteen käyttöominaisuuksia, palauttaa vähentyneen toimintakyvyn ennen kuin vika on ehtinyt syntyä tai estää vaurion muodostumisen. Ehkäisevä kunnossapito on jaettu edelleen jaksotettuun ja kuntoon perustuvaan kunnossapitoon. Jaksotettu kunnossapito on toimenpide, joka suoritetaan jaksotetusti. Jaksotus voidaan määritellä esimerkiksi käyttötuntien mukaan. Kuntoon



perustuva kunnossapito perustuu kunnonvalvonnan ja tarkastustoiminnan avulla havaittujen kohteiden suunniteltuun korjaukseen. Parantavan kunnossapidon on tarkoitettu parantavan kohteen kunnossa pidettävyyttä ja/tai luotettavuutta ilman kohteen toiminnan muuttamista. Kunnostamisessa käytöstä pois otettu kohde palautetaan toimintakuntoon korjaamalla, missä kohteen vaurio korjataan. (PSK 6201 2011, 22-23.)

Häiriökorjauksella vikaantunut kohde palautetaan jälleen toimintakuntoon ja kohteen käyttöturvallisuus huolehditaan alkuperäiseen tilaansa. Häiriökorjaus jaetaan välittömään ja siirrettyyn häiriökorjaukseen. Välittömässä häiriökorjauksessa ryhdytään toimenpiteisiin välittömästi vian havaitsemisen jälkeen. Näin saadaan kohde palautettua toimintakuntoon tai rajoitettua vian aiheuttamat ongelmat riittävälle tasolle. (PSK 6201 2011, 23.)

#### 4.3 Tuottava kunnossapito, TPM (Total Productive Maintenance)

Tuottava kunnossapito on ajattelutapa, jonka avulla saadaan kokonaiskuva kunnossapidon vaikutuksista tuotantoon. Tuottavaan kunnossapitoon pyritäessä kunnossapidossa oleellisinta on, että koko organisaatio on halukas tekemään tuotantokapasiteetin ylläpitämisen, kehittämisen ja huoltamisen eteen töitä. Käytännössä se merkitsee järjen käyttöä järkevästi. Hyvään kunnossapidolliseen lopputulokseen ei välttämättä päästä, vaikka henkilöstö on ammatillisesti pätevää, jos järki ei ole tekemisessä mukana. Tämä koskee niin käyttöhenkilöstöä kuin kunnossapitohenkilöstöä. TPM-ajattelutapaa voidaan pitää joukkuepelinä, jossa on yhteinen päämäärä. Organisaation työntekijät ovat joukkueen yksilöitä, joilla kaikilla on oma rooli yhteisen päämäärän saavuttamisessa. Organisaation johdolla on suuri vastuu löytää keinot organisaation henkilöstön yhteistyön löytämiseksi. (Laine 2010, 41-42.)

TPM:n kerrotaan ”lepäävän viidellä tyynyllä”. Laadun ylläpito, tuottava kunnossapito, tuotantotekniikka, siisteys ja järjestys sekä ammattitaitoiset työntekijät ovat asioita, jotka täytyvät olla kunnossa onnistuneessa TPM-ohjelmassa. TPM-ohjelma luodaan yrityksessä yrityksen koon ja tarpeiden mukaan. Kuitenkin seuraavat toimenpiteet vaaditaan aina:

- tavoitteiden asettaminen laitteiston tehokkuuden maksimoimiseksi

- koko tehtaan eliniän kattavan tuottavan kunnossapidon –menetelmän luominen
- kaikkien osastojen sitominen yhteiseen päämäärään
- koko henkilöstön osallistuminen
- tarvittavien ryhmien luominen henkilöstön motivoimiseksi ja tueksi. (Laine 2010, 42-42.)

Tavoiteltaessa koko laitoksen korkeaa tuottavuutta ja käyntiastetta, keskittyminen päivittäisen kunnossapidon tarkkaan hoitamiseen ei välttämättä kanna riittävien tuloksien saamiseksi. Kuten edellä mainitaan, TPM koskee koko organisaatiota. Seuraavat elementit kuvaavat esimerkkinä, miten asiat huomioidaan organisaation kehittämisessä TPM:n periaatteiden pohjalta:

- vähennetään kunnossapitotarpeita suunnittelun ja hankintatyön lomassa
- panostetaan koneita kehittävään kunnossapitoon
- parannetaan kunnossapidon laatua
- keskitytään ennaltaehkäisevään kunnossapitoon ja kunnon valvontaan
- pyritään eliminoimaan korjaavan kunnossapidon tarve
- huolehditaan riittävästä mittauksista ja poikkeamien ilmetessä ryhdytään toimenpiteisiin
- raaka-aineen käyttösuhteen seuraaminen ja parantaminen
- koulutetaan henkilöstöä järkevästi
- huolehditaan järjestyksestä ja siisteydestä
- pyritään lisäämään henkilöstöltä tulleiden parannusehdotuksien hyödyntämistä koneiden tehokkuuden ja tuottavuuden parantamiseksi. (Laine 2010, 43-47.)

TPM:n taloudellisten tavoitteiden keskeisimpänä tavoitteena on hävikkien pienentäminen. Käynnissäpitoon liittyen tehtaalta on kuusi suurta hävikkiä. Hävikkeihin pyritään vaikuttamaan. Kuusi suurta hävikkiä tehtaissa ovat:

- seisokit
- aloitus-, lopetus- ja asetusajat
- käynti vajaalla teholla ja lyhyet seisokit
- nopeuden alentuminen
- prosessin vioista johtuvat laatutappiot
- laadun heikkenemisen myötä pudonnut tuotanto. (Laine 2010, 48.)

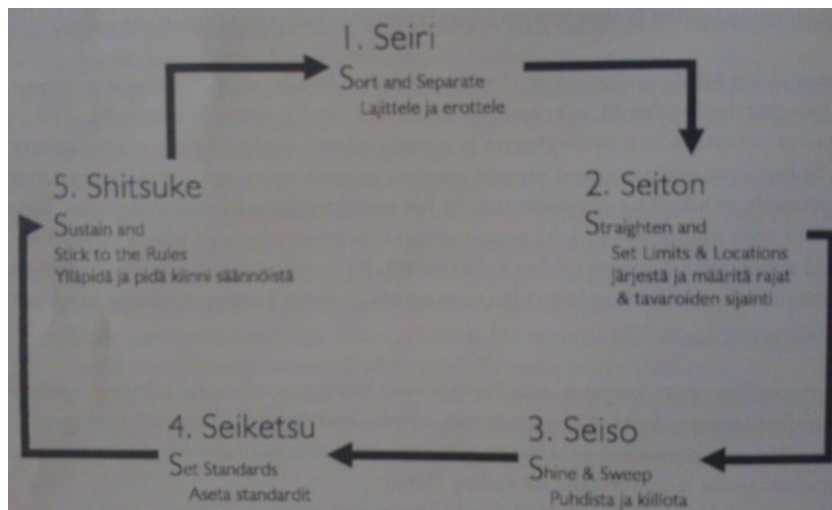
Esimerkkinä esitellään seisokkien aiheuttamat hävikit. Tuotannossa tunnetaan kahdenlaisia seisokkeja: suunniteltuja ja suunnittelemattomia. Huoltotoimenpiteet johtavat yleensä suunniteltuihin seisokkeihin. Suunnittelemattomiin seisokkeihin johtavat vika-/häiriöseisokit. Hävikin vähentämiseksi seisokkeihin yritetään vaikuttaa. Esimerkiksi huoltoseisokkien suunnitteluun panostetaan, varataan riittävät henkilöresurssit ja varmistetaan varaosien saatavuus hyvissä ajoin. Vikaseisokit halutaan häviävän kokonaan, sillä vikaseisokki on yleensä merkki huollon epäonnistumisesta. Vikaseisokkien täydellinen poistaminen saattaa kustantaa niin paljon, että muutaman vikaseisokin hyväksyminen on kannattavampaa. (Laine 2010, 48.)

#### 4.3.1 Siisteys ja järjestys, 5S

TPM:n perustyökaluna pidetään siisteydelle ja järjestykselle kehitettyä kehitysprosessia, 5S. Kuten aikaisemmin on kerrottu siisteys ja järjestys ovat tärkeitä elementtejä TPM:ssä. Vaikka organisaatiolla ei olisi TPM-ajattelumalli käytössään, pelkästään siisteyteen ja järjestykseen panostamalla voidaan parantaa tuotantolaitoksen taloudellista tulosta jopa merkittävästi. Tavoitteina siisteydelle ja järjestykselle pidetään:

- työturvallisuuden ja viihtyvyyden parantamista
- henkilöstön osallistumisen lisäämistä siisteydestä huolehtimiseen
- paloturvallisuuden parantamista
- työtapaturmien vähentämistä
- työn laadun parantamista sekä sujuvuuden kohottamista
- yrityskuvan kiillottamista. (Laine 2010, 81.)

Siisteyden ja järjestyksen ylläpito näkyy monilla alueilla, sillä 5S-ohjelmalla seurataan erityisesti työskentelyolosuhteita. Siistit ja järjestyksessä olevat työtilat tehostavat tuottavuutta, lisäävät viihtyvyyttä ja edistävät työturvallisuutta sekä henkilöstön työterveyttä. 5S-prosessin nimi tulee alun perin Japanista. Prosessiin kuuluu viisi vaihetta (Kaavio 3). Vaiheiden nimet alkavat Japanin kielellä S kirjaimella, kuten englanninkieliset vaiheet.



Kaavio 3. 5S-prosessi. (Laine 2010, 82)

Siisteyden ja järjestyksen ylläpito alkaa 5S-prosessissa lajittelulla ja erottelulla. Pitää osata tunnistaa, mitä milloinkin tarvitaan ja ei tarvita. Jotain työvälinettä tarvitaan päivittäin ja toista kerran kuussa. Kun työssä tarvittavat välineet, tarvikkeet, materiaalit tms. ollaan lajiteltu, on mietittävä sijoituspaikat. Sijoituspaikan perusidea on sijoittaa esillä olevat asiat siten että ne olisivat helposti saatavissa. Harvoin tässä onnistutaan, joten sijoittelulle on hyvä käyttää indikaattorina kiiretilannetta. Välttämättömimmät työkalut, työohjeet yms. sijoitetaan paikkaan, josta kiiretilanteessakin ne ovat nopeasti haettavissa. (Laine 2010, 83.)

Kolmannessa S:ssä prosessissa tuodaan esille, kuinka työympäristön puhtaana ja siistinä pitäminen alkaa likaantumiseen johtavien tekijöiden tunnistamisella ja niiden eliminomisella. 5S-prosessin kolmelle ensimmäiselle S:lle luodaan standardit, joiden avulla seurataan ja varmistetaan niiden noudattamista. Lopuksi huolehditaan, että kaikilla organisaatiossa on selvää miten järjestystä ja siisteyttä ylläpidetään. Luodaan esimerkiksi ohjeet ja visuaaliset merkinnät, joiden avulla tulee ilmi mihin esimerkiksi kierrätykseen menevä ruostumaton teräs sijoitetaan. (Laine 2010, 83-84.)

Kerrotaan, kun yritykset ovat soveltaneet 5S-prosessia, käytännössä tuotantolaitoksista löytyy usein turhaa tavaraa. Syinä kerrotaan monia asioita. Monet asiat ovat teko- ja muovituotteita. Ylimääräisten ja tarpeettomien tavaroiden varastointi tuo hankaluuksia. Tarpeellisia tavaroita on hankala löytää. Sekaisissa ja ahtaissa tiloissa tavarat ja materiaali saattavat vaurioitua. Lika ja pöly voivat vaurioittaa koneita ja laitteita. Ennen kaik-

kea tapaturmien määrä lisääntyy. Hankaluuksien lisäksi epäjärjestys ja epäsiisteys tuovat mukanaan ylimääräistä työtä, kun tavaroita täytyy etsiä. Kerrotaan, että joidenkin selvitysten mukaan työajasta kuluu 5-10 %:a asioiden etsimiseen. Tämä voidaan peilata suoraan tuottavuuteen ja todeta, että siisteyden ja järjestyksen ylläpidolla nostettaisiin tuottavuutta 5-10 %:a. (Laine 2010, 81-82.)

#### 4.3.2 Elinikätuotto, LCP

Tuottavaan kunnossapitoon liittyy elinikätuottoajattelu (Life Cycle Profit). Tässä ajattelumallissa asioita mietitään pitkällä aikajaksolla. Kun esimerkiksi yritys investoi uuteen laitteeseen, on investointivaiheessa mietittävä yrityksen kannattavuus jopa kymmenen vuoden päähän. Ennustaminen on aina hankalaa. Ennemmin perustaa investointipäätöksen parhaalle arvaukselle tulevaisuuden markkinoista kuin tunnepohjalta tehdylle ratkaisulle. LCP-ajattelussa mietitään investoinnille takaisinmaksuaika ja aika, kuinka kauan se tulee tuottamaan. (Laine 2010, 88.)

LCP on edelleen kehitelty käsite LCC:stä (Life Cycle Cost). LCC eli elinikäkustannus kertoo, mikä on tuotteen, laitteiston, tehtaan tai järjestelmän kokonaiskustannus sen eliniän aikana. Se kattaa kaikki tuotteen ostamisesta, käyttämisestä ja kunnossapidosta aiheutuneet käyttäjän kustannukset. Käyttökustannukset ovat suurin kustannuserä ja suhteellisen tasaisia läpi tarkastellun kohteen eliniän. Kunnossapitokustannukset ovat varsinkin isoissa tuotantolaitoksissa eliniän alussa suuret. Aluksi joudutaan säättämään ja virittelemään kohteita, mikä lisää kustannuksia. Eliniän loppupäässä kustannukset nousevat, kun häiriöiden ja vikojen taajuus kasvaa. (Laine 2010, 88-90.)

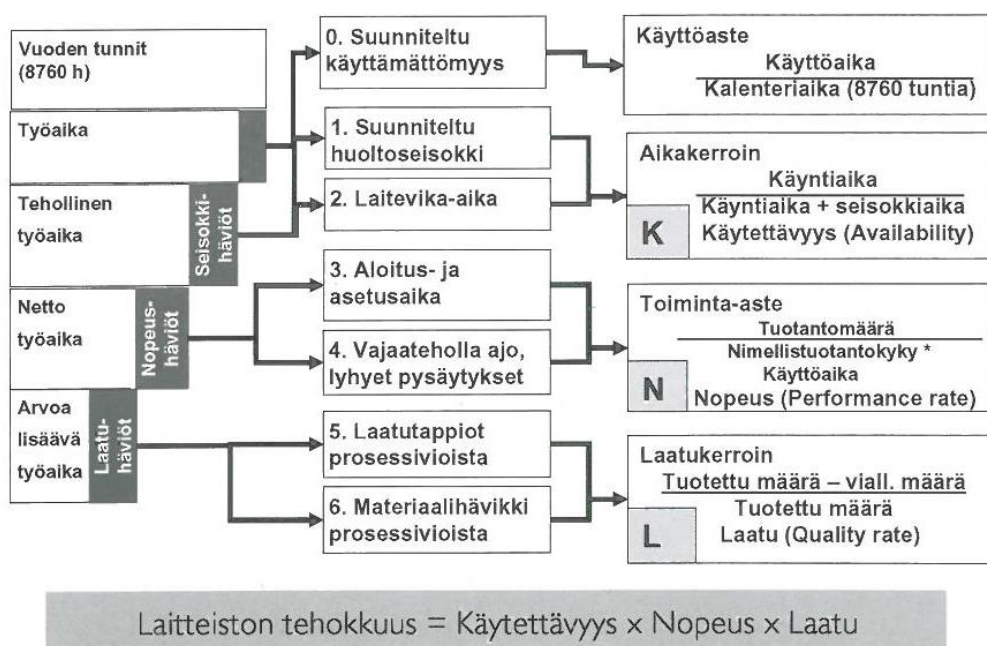
#### 4.4 Tavoitteet kunnossapidolle

Tavoitteena kunnossapidolla on huolehtia koneiden, laitteiden ja rakennusten kunnosta siten, että tuotantoa pystytään suorittamaan sellaisissa olosuhteissa, jotka ovat edullisimmat nettotuottojen, turvallisuuden, ympäristön ja laadun kannalta. Tavoite kunnossapidolle on tuottaa palvelua siten, että asiakas olisi tyytyväinen, sekä pyrkiä kustannus/laatu -suhteen mahdollisimman hyvään tasoon. Jotta nämä mainitut tavoitteet to-

teutuisivat, on kunnossapidosta vastaavan tahon pystyttävä kunnonvalvontaan, korjaamaan, huoltamaan ja muokkaamaan erinäköisiä ja erikokoisia laitteita ja koneita. Tätä kutsutaan tuotantotoiminnan kunnossapidoksi. Tämän lisäksi on yleistä kunnossapitoa, jossa kunnossapidosta vastaavan tahon on pystyttävä varmistamaan seurannalla ja ennakkoinnilla erilaisten toimintojen perusvaatimukset kuten esimerkiksi sähkön, veden, ilman, lämmityksen jne. saatavuudet. (Aalto 1994, 13.)

#### 4.4.1 KNL, käynnissäpidon mittari

Kunnossapidon tavoitteiden yksi tärkein mittari on KNL. KNL on keino laskea käynnissäpidon laatu. Muistetaan, että käynnissäpitoon kuuluu niin tuotannon kuin kunnossapidon toiminnot. Edellä esitellyn TPM-ajattelutavan tavoitteiden korkea onnistumistaseta takaa korkean KNL:n. KNL muodostuu Käytettävyydestä, Nopeudesta ja Laadusta. KNL-laskenta on alun perin Toyotalla kehitelty malli, joka kulkee englanninkielisellä nimellä OEE (Overall Equipment Efficiency tai Overall Equipment Effectiveness). Laskentakaavan englanninkielinen versio on APQ (Availability, Performance rate, Quality rate). Kaaviossa 4 esitellään KNL:n laskemisen periaatteet. (Laine 2010, 20.)



Kaavio 4. KNL:n laskemisen periaatteet. (Laine 2010, 20)

KNL:n laskemista täytyy soveltaa aina kohteen mukaan. Laskeminen riippuu jokaisen prosessin ominaispiirteistä. Käytettävissä olevat tiedonsaanti- ja analysointi mahdollisuudet asettavat ehtoja laskentamallille. Ehtoja on, jos esimerkiksi jokaisella tuotteella on eri läpäisykyky prosessissa, raaka-aineen laatu vaikuttaa prosessiin ja tuotantosarjat ovat lyhyitä ja tuotevaihtoehtoja on paljon. KNL voidaan joutua laskemaan epätarakoilla arvoilla. Tarkan KNL-luvun saamista ei pidetä välttämättömänä. Tärkeintä on seurata tehokkuuden ja tuottavuuden kehitystä pidemmällä aika välillä. (Laine 2010, 21.)

#### 4.5 Kunnossapidon työsuunnittelu

Tiedossa olevat kunnossapitotehtävät toteutetaan noudattamalla kunnossapidon työsuunnitelmaa. Työsuunnitelma on luotu optimoimaan kunnossapitotehtävien kustannuksia ja tuotannon kannattavuutta. Työsuunnittelun onnistuminen on tärkeää erityisesti, jolloin kunnossapitotehtävien määrä on suurimmillaan. Hyvän esimerkkinä toimii tuotantoseisokkien aikana tehtävät kunnossapitotyöt. (PSK 6201 2011, 20.)

Työsuunnittelussa selvitetään sopivin aika työn suorittamiselle. Työlle mietitään aikataulu ja tilataan työssä vaadittavat materiaalit ja työvoima. Materiaalien, työvälineiden ja työvoiman saatavuus varmistetaan varastovarauksilla, tarjouspyynnöillä ja omien resurssien tarkastamisella. Työlle luodaan tarpeen mukaan työ- ja turvallisuusohjeet, työluvat sekä muut dokumentit. Tarvittaessa viranomaistarkastuksien järjestämisestä ja muista lakien ja asetusten edellyttämien ilmoituksista on huolehdittava. (PSK 6201 2011, 20.)

Kunnossapitotehtävä alkaa työtilauksesta, joka on tietojärjestelmässä käsitelty ja kustannuksista vastaavan henkilön hyväksymä työmääräin. Työtilauksessa on määritelty työkohte, työkohteelle tehtävä työ ja työn toteutusajankohta. Työtilauksesta on myös työn yksilöintiin ja kustannusten kohdentamiseen tarvittavat tiedot. Kunnossapitotyö tehdään noudattamalla työsuunnitelmaa, jossa työ on vaiheistettu. Työvaiheille on määritelty läpimenoajat ja työvoima tarpeet. (PSK 6201 2011, 20.)

Kuten edellä kerrottiin, on työnsuunnittelulla tärkeä rooli seisokkien hallitsemisessa. Työnsuunnittelussa mietitään voidaanko työ suorittaa tuotantolaitoksen käynnin aikana vai meneekö työ seisokin aikana tehtäviin töihin. Seisokin osaa, jossa kunnossapitotöitä tehdään, kutsutaan kunnossapitoseisokiksi. Kunnossapitoseisokin tarkka ja hyvä suunnittelu on tärkeä osa työnsuunnittelua. Tuotantoprosessin pysäyttäminen ja käynnistäminen on yleensä pääomavaltaisessa teollisuudessa pitkä ja kallis toimenpide. Kunnossapitoseisokin pitkittyminen tai sen aikana tehtyjen töiden epäonnistuminen ei olisi taloudellisesti kannattavaa. (PSK 6201 2011, 21.)

#### 4.6 Kunnossapito ammattina

Kaikista elinkeinoelämän ja yhteiskunnan organisaatioista löytyy kunnossapidon ammattilaisia. Kunnossapidon ammattilaiset muodostavat määrällisesti todella huomattavan ammattiryhmän niin taloudellisen kuin kestävän kehityksen kannalta. Kunnossapito on niin laaja käsite, ettei yhdellä henkilöllä voi olla kaikkea tietoa ja taitoa. Kunnossapito kehittyy ja monipuolistuu jatkuvasti tuotanto- ja palvelulaitteiden ja järjestelmien kehityksen myötä. Laitteet ja järjestelmät sisältävät mm. mekaanisia, sähköisiä ja tietoteknillisiä osia. Näin voidaan todeta kunnossapidon ammattina olevan huomattavan monialainen. (Aalto 1994, 23.)

Teknillisen osaamisen lisäksi kunnossapidon ammattilaisen on kyettävä palveluhenkiseen ja yhteistyöhön. Kunnossapito on palveluammatti. Hyödyllisiä taito- ja tietoalueita kunnossapidon ammattikuvassa ovat:

- ihmissuhdetaidot, ryhmän jäsenenä työskenteleminen
- taloudellisten ja periaatteellisten perusteiden hallitseminen kunnossapidossa
- oman kunnossapidettävän tekniikan alan hallitseminen ja osaaminen
- tuotantokokonaisuuden ulkopuolisten asioiden ymmärtäminen, esim. ympäristötekijät jne.
- toimintaperiaatteiden tunteminen materiaalihallinnassa
- alihankintamahdollisuuksien hallitseminen ja tunteminen
- oman työympäristönsä kehittäminen käyttökokemusten avulla
- itsensä kehittäminen
- oman osaamisen ja taitojen ylläpitäminen

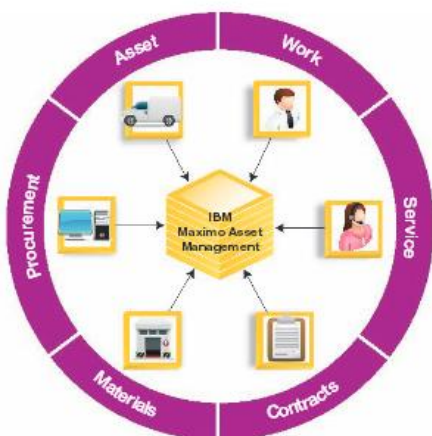


- henkilöstön, joka suunnittelee ja valvoo kunnossapitoa, kunnossapidon taitojen hallitseminen
- riittävä kielitaito. (Aalto 1994, 23.)

## 5 MAXIMO ASSET MANAGEMENT – TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄ

### 5.1 Lyhyesti

Maximo Asset Management on IBM:n kehittämä ohjelmisto. Se on ratkaisu omaisuuden elinkaaren ja kunnossapidon hallinnoimiseen. IBM:n Maximo Asset Management –toiminnanohjausjärjestelmän ratkaisut antavat yhden paikan hallita eri hyödykkeitä ja omaisuutta. Järjestelmällä voidaan hallita mm. tuotantoa, infrastruktuuria, palveluja, liikennettä ja viestintää. Järjestelmä mahdollistaa käytäntöjen, resurssien ja henkilöstön hallinnoimisen. Järjestelmällä saadaan maksimoitua tuottoa ja suorituskykyä. Maximo Asset Management sisältää kuusi moduulia (Kaavio 5) palvelukeskeisessä rakenteessa. Moduulien avulla pystytään hallitsemaan omaisuutta, töitä, huoltoja, sopimuksia, varastoja ja hankintoja. (IBM:n www-sivut 2014.)



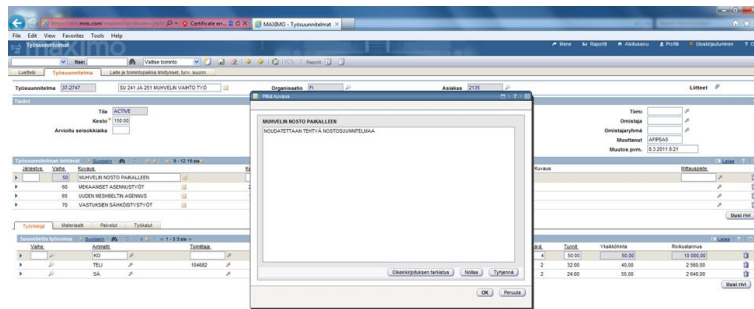
Kaavio 5. Moduulit (IBM:n www-sivut 2014)

### 5.2 Työsuunnitelman luominen järjestelmään

Työsuunnitelmien tarkastelu, päivittäminen ja uusien kirjoittaminen Maximoon on yksinkertainen toimenpide. Jotta käyttäjä pystyy muokkaamaan vanhaa tai luomaan uutta, täytyy hänellä olla myönnetty oikeudet toimintojen suorittamiseen käyttäjätunnuksellaan. Järjestelmä toimii verkossa, joten sen käyttö tapahtuu verkkoselaimella. Järjestelmän verkko-osoite on <https://abb.mro.com/>. Kirjautumisnäkyessä (Kuva 4)

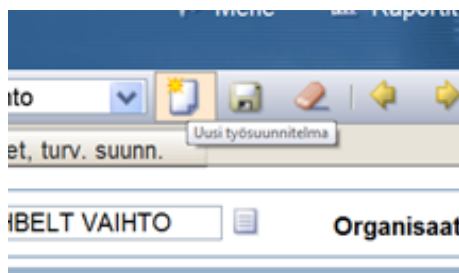






Kuva 8. Pitkä kuvaus

Uusi työsuunnitelma luodaan painamalla ”Uusi työsuunnitelma”-symbolia (Kuva 9). Avautuu puhdas työsuunnitelmapohja, johon voidaan tarvittavat ja halutut tiedot tallentaa. Pakollisia tietoja ovat työsuunnitelman tunnus ja kesto.



Kuva 9. Uuden työsuunnitelman symboli

## 6 ENNAKKOHUOLLOT

Ennakkohuolto on suunniteltua kunnossapitoa. Ennakkohuollosta riippuen kyseessä on joka suunniteltu tai kuntoon perustava kunnossapidon toimenpide. Ennakkohuollon suorittamiseksi vaaditaan työlupa.

### 6.1 Työluvut

Kunnossapitoasentajat hakevat käytön vuoromestarilta kirjallisen työluvan ja toimivat työluvan kanssa ohjeiden mukaisesti. Kun kyseessä on sintrausuuneille suoritettava toimenpide (muhvelin vaihto, kansien avaus, peräosan huolto, vesilaatikon korjaus, palkeen korjaus, kaikki kaasulinjoihin liittyvät työt ja kaasunpoistolinjoihin liittyvät työt), tarvitaan lisäksi työlupa ”Työlupa pelkistämön sintrausuunien korjausta varten” (LIITE 1). Sintrausuuneille vaadittava työlupa on käytäntö, jolla pyritään saamaan käytön ja kunnossapidon välinen tiedonkulku paremmaksi uuneille tehdyistä toimenpiteistä. Vaaratilanteiden synnyn välttämiseksi työlupaan merkitään ja kirjataan sintrausuuneille tehdyt ennakkotoimenpiteet. Ennakkotoimenpiteenä mainitaan esimerkiksi typen pääsulkuventtiilin sulkeminen. Tulitöitä varten tarvitaan tulityölupa.

### 6.2 Meshbeltin vaihto

Pelkistämöltä löytyy kolme sintrausuunia, SU 217, SU 241 ja SU 251. Jokaisessa uunissa kulkee metalliverkkohihna (Kuva 10), eli meshbelt, jonka päällä nikkelibriketit kulkevat uunin prosessivaiheesta toiseen. Meshbelt venyy ja kuluu lämmön sekä mekaanisen ja staattisen kuorman seurauksena, joten meshbelt täytyy vaihtaa määrittelemättömän ajan välein. SU 241:ssä ja SU 251:ssä olevan muhvelin kunto vaikuttaa myös paljon meshbeltin käyttöikään. Vaihtoväli riippuu monesta asiasta: tuotantomäärästä, uunin ylös- ja alasajojen määrästä, meshbeltin materiaalin laadusta ja siitä, kuinka meshbelt on saatu kulkemaan keskitetysti. Meshbeltin käyttöikä pienenee huomattavasti, jos meshbeltiin kohdistuu ylimääräistä rasitusta. Ylimääräinen rasitus on esimerkiksi meshbeltin reunan osuminen uunin seinämään, mikä tarkoittaa että hihna ei kulje keskitetysti. Meshbeltin venymisen ja kulumisen seuranta kuuluu kunnossapitohenkilöstölle, mutta käyttöhenkilöstö osallistuu seurantaan myös.



Kuva 10. Juuri asennettu uusi metalliverkkohihna, eli meshbelt.

Meshbeltin käyttöikä saadaan kasvatettua lyhentämällä hihnaa sen mukaan, kuinka se venyy. Hihnaa lyhennetään kaksi kertaa, minkä jälkeen hihna on venymisen myötä ohentunut ja kovettunut niin paljon, että hihnan repeämisen ja jopa katkeamisen riski on kasvanut. Kuvassa 11 nähdään meshbeltin vaihdon aikana pahasti revennyt meshbelt. Tämä kertoo, että hihna oli ajettu aivan loppuun ja hihnan vaihto oli täysin perusteltu toimenpide. Meshbeltin katkeaminen ajon aikana olisi johtanut uunin viikaantumiseen ja mahdollisiin lisävaurioihin. Meshbeltin vaihto olisi näin muuttunut suunnitellusta kunnossapidosta häiriökorjaukseen.



Kuva 11. Repeytynyt meshbelt.



Ennakkohuollossa vanha meshbelt vaihdetaan uuteen. Vanha hihna katkaistaan, minkä jälkeen katkaistun hihnan toinen pää liitetään uuden hihnan päähän. Toinen pää vanhasta hihnasta kiinnitetään kelauslaitteeseen. Kun vanhaa hihnaa kelataan pois uunista, saadaan uusi hihna näin vedettyä uuniin.

### 6.3 Muhvelin vaihto

Sintrausuuneista 241 ja 251 löytyy kuvassa 12 esillä oleva muhveli. Muhveli muodostaa uunin sisälle uunin lämmitystilasta erotetun prosessitilan. Muhvelin pohja muodostaa meshbeltille liukupinnan. Uunin lämpötilanmuutokset aiheuttavat muhveliin lämpölaajenemista ja -kutistumista, joiden vaikutuksesta muhveli vääntyy ja muhveliin muodostuu aaltomaisia muutoksia. Muutosten vuoksi muhveli vaihdetaan. Vaihdeväli riippuu siitä, kuinka usein uunille on tehty ylös- ja alasajoja.



Kuva 12. Vanha muhveli.

Muhvelin vaihto tapahtuu lyhyesti ja kärjistetyesti selitettynä: irrotetaan tarvittavat kytkennät, nostetaan uunin yläkannet, nostetaan vanha muhveli pois, nostetaan uusi tilalle, nostetaan yläkannet takaisin ja kytketään kytkennät takaisin. Käytännössä ennakkohuolto on laaja ja pitkäkestoinen, joten samalla voidaan uunille tehdä myös muita huoltoja ja korjauksia.



#### 6.4 Uunin perälaatikon huolto

Sintrausuunien 241:n ja 251:n perästä löytyvien perälaatikoiden (Kuva 13) tehtävä on pudottaa sintratut briketit uunitilan ulkopuoliselle hihnakuuljettimelle. Tämä tapahtuu vuorottaisten venttiiliavausten ja typpipuulausten avulla niin, että ympäröivää ilmaa ei pääse virtaamaan uuniin. Huollossa tarkistetaan liikkuvien ja kuluvien osien kunto esim. sulkusyöttimen, ja vaihdetaan tarvittaessa uusiin. Lisäksi testataan perälaatikon kokonaisuuden toimivuus.



Kuva 13. SU 241:n perälaatikko.

#### 6.5 Työturvallisuus ja hyvinvointi

Ennakkohuoltoja suoritettaessa on huolehdittava työturvallisuudesta ja omasta hyvinvoinnista. Alueella lämpötila saattaa olla varsinkin kesäisin korkea, jolloin taukojen aikana on muistettava riittävästä nesteen saamisesta. Ennakkohuollon aikana on muistettava alueen turvallisuusmääräykset ja pakolliset henkilösuojuaimet. ”Työntekijän tulee huolellisesti ja ohjeiden mukaisesti käyttää ja hoitaa työnantajan hänelle 15 §:n mukaisesti antamia henkilösuojuaimia ja muita varusteita. Työntekijän on työssään käytettävä sellaista asianmukaista vaatetusta, josta ei aiheudu tapaturman vaaraa.” (Työturvallisuuslaki 738/2002, 20 §.)

### 6.5.1 Tulityöt

Tulityö on työtä, jossa syntyy kipinöitä tai jossa käytetään liekkiä tai muuta lämpöä, ja joka aiheuttaa palovaaran. Tulityössä toteutuu kaksi ehtoa samanaikaisesti: työssä on selkeä tulen aiheuttaja ja työ aiheuttaa ympäristössään palovaaran. Opinnäytetyössä käsitellyissä ennakkohuolloissa esiintyy kaksi tulityömenetelmää: kulmahiomakoneella tehtävä laikkaleikkaus ja puikkohitsaus. (Tulityöt: Ryhdyttäessä tulityöhön 2012, 6.)

Puikkohitsausprosessi on käsin suoritettavaa metallikaarihitsausta. Hitsauslisäaineena on hitsauspuikko. Hitsauspuikko on rakenteeltaan kaksiosainen: sydänlanka ja sydänlangan päällä oleva päällyste. Sydänlangan ja päällysteen materiaali riippuu valitusta hitsauspuikosta. Hitsauspuikko valitaan hitsattavan perusaineen mukaan. Puikkohitsauksessa valokaari palaa puikon pään ja hitsattavan kappaleen välillä. Sydänlanka sulaa ja sula metalli välittyy päällysteestä muodostuneen sulan kuonakalvon ympäröiminä pisaroina valokaaren läpi hitsisulaan. Hitsauspuikon päällysteestä syntyneet kuona ja kaasut suojaavat hitsaustapahtumaa ilman kaasuilta. Ilman kaasut (happi ja typpi) ovat epäedullisia hitsin ominaisuuksien syntymisen suhteen. Happi ja typpi liuettessaan hitsisulaan aiheuttaisivat mm. haurastumista ja huokoisia. Puikkohitsauslaitteistoon sisältyy hitsausvirtalähde, puikonpitimet ja virtakaapelit. Puikkohitsauksen hyviä puolia ovat mm. hitsausarvojen helppo ja yksinkertainen säätö, monipuolisuus, soveltuvuus lähes kaikkiin olosuhteisiin sekä yksinkertaisesti ja vaivattomasti siirrettävät laitteet. (Lukkari 2006, 24-27.)

Tulityöpaikka voi olla vakituinen tai tilapäinen. Tulityöt suositellaan tehtäväksi vakituisella tulityöpaikalla aina, kun se on mahdollista. Vakituinen tulityöpaikka on tulojen tekemiseen tarkoitettu alue, joka on suunniteltu tulityön turvallista suorittamista varten. Tulityölupaa ja tulityökorttia ei vaadita vakituisella tulityöpaikalla. Tämän opinnäytetyön ennakkohuolloissa suoritettava tulityö tapahtuu tilapäisellä tulityöpaikalla. Tilapäisellä tulityöpaikalla on vaatimukset:

- tulityöntekijällä oltava voimassa oleva tulityökortti
- tulityöntekijällä on aina oltava kirjallinen määräaikainen tulityölupa
- tulityöntekijän on noudatettava turvallisuusmääräyksiä koko tulityöprosessin ajan. (Tulityöt: Ryhdyttäessä tulityöhön 2012, 7.)

Tulitöihin liittyy aina palovaara ja pieneksi luultu työ saattaa laajeta isoksi vahingoksi. Vahingoilta vältytään parhaiten ennakoimalla. Turvallinen työskentely edellyttää tarkkaavaisuutta sekä tietoa ja taitoa toimia tarpeen mukaan. Pelastuslaissa edellytetään, että tulityötä tehtäessä jokaisen on oltava huolellinen tulipalon tai muun onnettomuuden, vahingon tai vaaran välttämiseksi. Huolellisuus alkaa jo ennen tulityöhön ryhtymistä. Kaikki lähtee siitä, että huolehditaan riittävistä varotoimista. Varsinkin, kun tulityö tehdään tilapäisellä tulityöpaikalla, vaarat on ennakoitava, tunnistettava ja korjattava. Työskentelystä on pyrittävä tekemään mahdollisimman turvallista. (Tulityöt: Ryhdyttäessä tulityöhön 2012, 10.)

Tulitöissä käytetään aina työtehtävän ja työympäristön edellyttämiä turvavarusteita. Tulitöissä voidaan altistua melulle, savuille, roiskeille ja säteilylle. Esimerkiksi hitsauksessa syntyy ilmaan kaasuja ja huujuja. Jos ilmanvaihto ei ole hyvällä tasolla, käytetään raitisilmanaamria. Hitsaus on vahingollista silmille valokaaresta ja hitsausliekistä syntyvän säteilyn vuoksi. Vahingollinen vaikutus estetään käyttämällä hitsausmenetelmän edellyttämiä suojaimia. Suojaamattomille silmille ultraviolettisäteily on vahingollista aiheuttamalla silmien punoitusta, valonarkuutta ja kipua. Iholle ultraviolettisäteily saattaa aiheuttaa punoitusta ja palovammoja voi syntyä infrapunasäteilyn aiheuttamana. (Tulityöt: Ryhdyttäessä tulityöhön 2012, 10.)

Muistetaan, että kipinät tai lämpö voivat aiheuttaa tulipalon myös ympäristössä joka näyttää turvalliselta. Kipinät saattavat päätyä hyvinkin pitkälle. Kuvan 14 avulla ilmenee, miksi esimerkiksi tulityötä seuraavien tulisi olla riittävän välimatkan päässä jos heillä ei ole asianmukaista suojavaatetusta. (Tulityöt: Ryhdyttäessä tulityöhön 2012, 11.)



Kuva 14. Kipinän lämpötilat. (Tulityöt: Ryhdyttäessä tulityöhön 2012, 11)

## 7 TYÖSUUNNITELMIEN KEHITYS JA LUOMINEN

### 7.1 Alkutilanne

ABB:n toimihenkilöiden kanssa käytyjen aloituskeskusteluiden ja olemassa olleiden työsuunnitelmien tarkastelujen pohjalta havaittiin, että työsuunnitelmien kehitykselle ja tarkkuuden parantamiselle oli tarvetta. Maximosta löytyi työsuunnitelmat kolmelle tässä opinnäytetyössä käsitellyille ennakko- ja huollolle. Yksikään näistä työsuunnitelmista ei vastannut sitä tasoa, mitä pidettäisiin riittävän yksityiskohtaisena ja hyödyllisenä apuna ennakko- ja huoltoa suorittaessa. Niiden rakenteen ja sisällön kielipillisistä säännöistä alkaen katsottiin olleen puutteellista.

### 7.2 Työsuunnitelmien kehitys- ja luomistyö

Työsuunnitelmien kehitys aloitettiin tutustumalla Maximossa olleisiin työsuunnitelmiin sekä etsimällä muuta materiaalia työsuunnitelmien kohdelaitteisiin liittyen. Materiaalina hyödynnettiin uunien valmistajien ja ABB:n toimihenkilöiden jo aiemmin luomia ohjeita sekä käsikirjoja. Keskusteluiden pohjalta ja materiaaleihin tutustumalla löydettiin haluttu tavoite työsuunnitelmien sisällölle. Sisällön toivottiin olevan riittävän selkeä, kattava ja yksityiskohtainen, jotta ennakko- ja huollon suorittaminen onnistuisi myös asentajilta, jotka eivät kyseistä ennakko- ja huoltoa ole ennen tehnyt. Työsuunnitelmiin haluttiin myös mahdollisimman kattava kuvitus helpottamaan tekstin ymmärtämistä ja hahmotusta. Uunien pintapuolinen rakenne ja niiden fyysiset sijainnit tehtaassa olivat jo entuudestaan tuttuja, koska opinnäytetyöntekijä oli ollut juuri kyseisellä Pelkistämö-osastolla kesätöissä.

Jo materiaalin läpikäymisen aikana ongelmat havaittiin perustelluiksi. Osa ohjeista ei vastannut nykypäivää uuneihin ja prosessiin tehtyjen muutosten vuoksi, eikä ohjeita muutosten jälkeen ole päivitetty. Ohjeista puuttui hyvinkin kriittisiä vaiheita ennakko- ja huollon onnistumisen suhteen. Uunien ennakko- ja huoltoja suorittavan ja uuneista eniten tietävän kunnossapitoasentajan kanssa käydyn keskustelun pohjalta realisoitui olemassa olevien työohjeiden/-suunnitelmien, niin paperilla kuin toiminnanohjausjärjestelmässä, riittämättömyys sekä todellinen tarve niiden luonnille. Keskustelun aikana

kävi myös ilmi, että kaikkien olemassa olevien ohjeiden olemassa olosta ei kaikilla välttämättä ole ollut täyttä tietoisuutta. Kunnossapitoasentajan pikainen katsaus ohjeisiin ja työsuunnitelmiin antoi varmistuksen sille, että niiden pohjalta ennakkohuollon toteutus ei onnistuisi. Niiden pohjalta ei pystytä luomaan uusia työsuunnitelmia, vaan ennakkohuollot on käytävä läpi joko suullisesti tai fyysisesti läsnä olevana ennakkohuoltoa tehtäessä.

Kaikki tässä opinnäytetyössä käsiteltävät ennakkohuollot ovat jo olemassa olevia, joten niihin liittyvien työsuunnitelmien luominen perustuu käytännössä tapahtuvan ennakkohuollon etenemisen muuttamiseen luettavaan tekstimuotoon. Tämä todettiin haasteelliseksi, jos ennakkohuoltoa ei pääse näkemään läsnä olevana. Ideaalein tilanne olisi ollut nähdä kaikki ennakkohuollot ja vielä useampaan kertaan, jotta olisi havaittu ja löydetty ne parhaimmat toimintamallit ja ratkaisut eri ennakkohuoltojen vaiheisiin. Kyseisten ennakkohuoltojen ajankohtia on kuitenkin vaikea kertoa etukäteen pidemmällä aikavälillä. Ja tämän lisäksi näitä ennakkohuoltoja ei tehdä välttämättä joka kuukausi, esimerkiksi muhvelin vaihtoa ei suoriteta joka vuosi. Näin ollen luoduista työsuunnitelmista ei tulla saamaan tasalaatuisia, vaan niiden laatu määräytyy löydetyn materiaalin ja sen mukaan, onko ennakkohuolto nähty käytännössä. Ainoa käytännössä nähdynksi ennakkohuollosi jäi SU 251:n meshbeltin vaihto.

### 7.3 Havaitut turvallisuusriskit

SU 251:n meshbeltin vaihto oli ainoa ennakkohuolto, joka osui samaan ajanjaksoon opinnäytetyön tekemisen kanssa. Näin ollen ennakkohuollon seuraaminen oli mahdollista alusta loppuun -periaatteella. Ennakkohuollon etenemisen kuvittamisen ja muihinpanojen kirjoittamisen lomassa tehtiin havaintoja turvallisuuteen liittyen. Havaitut turvallisuuteen liittyvät ongelmakohdat halutaan tuoda tässä esille, vaikka ne eivät välttämättä kovin suuria olisikaan, jos on huolellinen. Ongelmakohdat olivat jo entuudestaan tiedossa ja ongelmakohtien poistamiseksi oli löydetty toimintatavat. Turvallisuusriskit ilmenivät, koska ennakkohuollon suorittamisessa oli käytössä eri toimintatapoja. Uudessa työsuunnitelmassa on käytetty niitä toimintatapoja, joita noudattamalla havaitut turvallisuusriskit pitäisi poistaa.

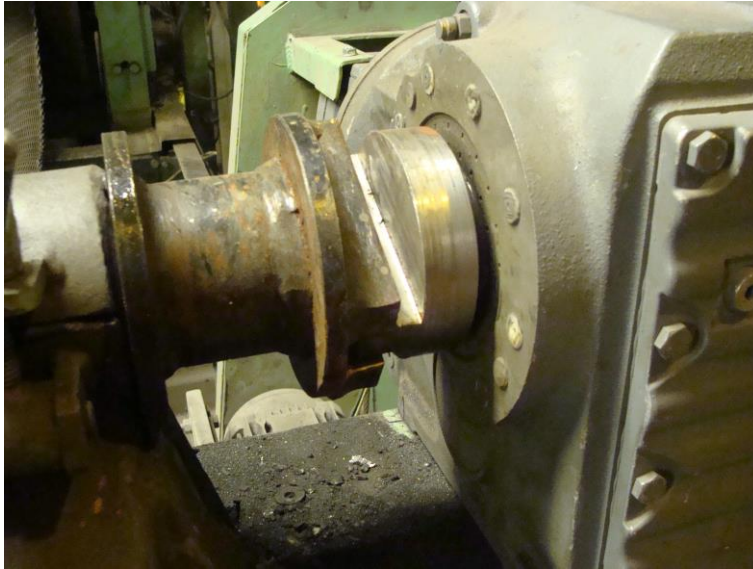
Meshbeltin liittäminen kelauslaitteeseen tapahtui hitsaamalla puikkohitsausprosessilla meshbelt reunoistaan kiinni kelauslaitteeseen (Kuva 15). Kelauksen käynnistyttyä meshbelt saattaa epähuomiossa päästä kiristymään aiheuttaen kelauslaitteen rakenteeseen ja hitsausseamoihin jännityksen. Jännityksen vaikutuksesta hitsaukset saattavat pettää, jolloin meshbeltin terävä katkaistu pää iskeytyy mahdollisesti suurella voimalla. Tässä tapauksessa, jos kelauslaitteen vieressä oltaisiin, muodostuisi vakava vaaratilanne. Vaaratilanne johtaisi hyvin suurella todennäköisyydellä tapaturmaan.



Kuva 15. Meshbeltin liittämisen ei-toivottutapa kelauslaitteeseen.

Tässä opinnäytetyössä luodussa työsuunnitelmassa käytetään meshbeltin liittämiseksi kelauslaitteeseen vaijeria. Liittäminen tapahtuu sitomalla meshbelt muutamalla vaijerilukolla lukitulla lenkillä. Tämä toimintatapa on ollut käytössä, ja toivotaan tästä tulevan ainut käytetty toimintatapa.

Kelauslaitteen kelan rakenne, istukka (Kuva 16) ja akseli saattavat joutua suurelle väännölle, jos kelausnopeus on liian suuri ja hihna pääsee kiristymään. Kelauslaite on suunniteltu kelaamaan uunista ulos tulleen hihnan löysää osuutta. Jos hihna pääsee kiristymään, syntyy vetoa, mikä aiheuttaa kelauslaitteeseen jännityksiä. Liian suuri jännitys aiheuttaa akselin ja istukan vääntymisen. Jos istukan vääntymistä ei huomata ajoissa, kelauslaite vikaantuu ja pahimmassa tapauksessa istukka repeää aiheuttaen vaaratilanteen. Liiallisten jännityksien ehkäisemiseksi hihnan kelausta on seurattava tarkasti ja estettävä hihnan pääsy liian kireälle.



Kuva 16. Kelauslaitteen istukka.

## 8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoite oli kehittää ja luoda työsuunnitelmat ABB:n käyttämään Maximo Asset Management –toiminnanohjausjärjestelmään. Työsuunnitelmat luotiin neljälle sintrausuuneille tehtävälle ennakko- huollolle. Työsuunnitelmien laatu ja sisältö vaihtelivat suuresti ennakko- huoltojen laajuus ja sisältö erojen takia. Tässä opinnäytetyössä läpikäydyn luomisprosessin perusteella voidaan todeta, että hyvää työsuunnitelmaa on hyvin vaikea luoda ilman riittävää tietopohjaa. Hyvän työsuunnitelman luomiseksi katsotaan olevan hyödyksi ennakko- huollon näkeminen käytännössä. Parhaiten työsuunnitelman saa luoduksi henkilö, joka on suorittanut kyseessä olevan ennakko- huollon ja mahdollisesti useampaan kertaan. Opinnäytetyöntekijän osallistuminen ennakko- huoltojen suorittamiseen ei ollut tässä opinnäytetyössä toteutettavissa, koska opinnäytetyöntekijä teki työn tilaajalle ulkopuolisena opinnäytetyöntekijänä. Opinnäytetyöntekijältä puuttui koulutus ja ammattitaito ennakko- huoltojen suorittamiseksi. Eri toimintatapojen heikkoudet ja hyvyydet tulevat paremmin esille, kun ennakko- huolto nähdään ja/tai tehdään useasti.

SU 241:n ja 251:n meshbeltin vaihto –työsuunnitelmasta katsottiin tulleen kaikkein kattavin. Maximoon luodun työsuunnitelman lisäksi työsuunnitelmasta luotiin työohje pdf-tiedostona (LIITE 2) liitettäväksi Maximoon. Vastaavat dokumentit luotiin myös SU 217:n meshbeltin vaihdolle. SU 241:n ja 251:n perälaatikon huollolle työsuunnitelman tueksi liitettiin kuvia. Muhvelin vaihdon laajuuden vuoksi työsuunnitelmasta ei saatu yksityiskohtaista, sillä näin laajan huollon sisäistäminen olisi ehdottomasti vaatinut työn näkemisen käytännössä. Muhvelin vaihdon vanhaa työsuunnitelmaa päädyttiin muokkaamaan ja täydentämään. Liitteiksi Maximoon lisättiin mm. ennakko- huoltoon liittyvien nostojen nostosuunnitelmat. Työsuunnitelmien on tarkoitettu tulevaisuudessa olevan apuna ennakko- huoltoja suoritettaessa. Luotujen työsuunnitelmien myötä toivotaan ennakko- huolloissa tehtyjen virheiden määrän laskevan. Tehtyjen virheiden määrä ei ole tiedossa. Virheeksi voidaan todeta meshbeltin asentaminen valmistajan suosituksesta poikkeavalla tavalla.



## LÄHTEET

Aalto, H. 1994. Kunnossapitotekniikan perusteet. Rajamäki: Kustannus Oy Kunnossapitotekniikka.

Aaltonen, K., Aromäki, M., Ihalainen, E. & Sihvonen, P. 1985. Valmistustekniikka. 10. muuttumaton p. Helsinki: Otatieto.

ABB:n www-sivut. 2014. Viitattu 6.4.2014. <http://www.abb.com>

Berg, P. 2014. Sintrukasesta hieman. Vastaanottaja: juha.rintamaa@student.samk.fi. Lähetetty 18.3.2014 klo 12.48. Viitattu 7.5.2014.

IBM:n www-sivut. 2014. Viitattu 1.5.2014. <http://www.ibm.com>

Laine, H. 2010. Tehokas kunnossapito – tuottavuutta käynnissäpidolla. Helsinki: KP-Media Oy.

Lukkari, J. 2006. Tulityöt: 4. Terveys ja turvallisuus hitsauksessa. Helsinki: Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö.

Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n www-sivut. 2014. Viitattu 6.4.2014. <http://www.nor-nik.fi>

PSK 6201. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. Maintenance. Terms and definitions. 2011. 3. p. PSK standardisointiyhdistys ry. Helsinki: PSK. Viitattu 7.5.2014. <http://www.psk-standardisointi.fi>

Tulityöt: Ryhdyttäessä tulityöhön. 2012. 6.p. Helsinki: Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö.

Työturvallisuuslaki. 2002. L 23.8.2002/738 muutoksineen.

**Työlupa pelkistämön sintrausuunien korjausta varten**

(muhvelin vaihto, kansien avaus, peräosan huolto, vesilaatikon korjaus, palkeen korjaus, kaikki kaasunlinjoihin liittyvät työt ja kaasunpoistolinjoihin liittyvät työt)

**Sintrausuuni n:o** \_\_\_\_\_

Korjaustyön kuvaus: \_\_\_\_\_

Korjaustyön tekijät: \_\_\_\_\_

Vaadittavat prosessilaitteita koskevat ennakkotoimenpiteet:	Prosessin- hoitajan kuittaus
Vedyn syöttö uuniin lopetettu ja käsiventtiili suljettu / Ei käytössä!	<input type="text"/>
Vedyn syötön lopettamisen jälkeinen typpihuuhtelu (45 min) tehty / Ei käytössä	<input type="text"/>
Meshbelt asetettu pyörimään pakko-ohjauksella (jos uuni täydessä lämmössä)	<input type="text"/>
Perän automatiikka käsiohjauksella	<input type="text"/>
Typen pääsulkuventtiili suljettu	<input type="text"/>
Typen päälinjat sokeoitu! Saa poistaa vasta kun palje on kiinni!	<input type="text"/>
Hätätypen pääsulkuventtiili suljettu	<input type="text"/>
Jäähdytystilan lisätypen sulkuventtiili suljettu (SU 251)	<input type="text"/>
Huoltoluukun (peräluukku/välimuhvelin kansi) avaamisen jälkeinen	
happipitoisuuden mittaus suoritettu	%

Pvm: \_\_\_\_\_ Klo: \_\_\_\_\_

Vuorotyönjohtajan allekirjoitus: \_\_\_\_\_

**Varsinaista korjaustyötä koskevat vaatimukset**

Uunin palkeen avauksen yhteydessä huomioitava typpilinjan sokea, poisto vasta kun palje saatu!

Korjaustyö tulee tehdä asianmukaisesti sekä turvallisin työmenetelmin ja -välinein.

Tulityötä tehdessä täytyy täyttää tulityölupa

**Korjaustoimenpiteet ja sintrausuunin käyttövalmius**

Korjaus tehty	ABB:n kuittaus	<input type="text"/>
Typpivirtaukset palautettu ( 3 kpl)	Prosessinhoitajan kuittaus	<input type="text"/>
Uunin perän luukut/tulppaukset tarkistettu		<input type="text"/>

Sintrausuuni: \_\_\_\_\_ on käyttöönotto kunnossa

Pvm: \_\_\_\_\_ Klo: \_\_\_\_\_

Vuorotyönjohtajan allekirjoitus: \_\_\_\_\_

## SINTRAUSUUNIEN 241 JA 251 MESHBELTIN VAIHTO

### Alkutoimet

- Ennen ennakkohuollon aloitusta käyttöhenkilöstö on puhdistanut uunin etupään briketeistä ja silpusta riittävän puhtaaksi. Tämä on tärkeää niin huollon sujuvuuden kuin turvallisuuden kannalta!
- Uuni on pysäytetty.
- Normaalissa tilanteessa, kun suoritetaan vain meshbeltin vaihto, jäähdytysvesiä, tyypeä ja lämpöjä ei katkaista. Lämmöt on suositeltu pudotettavaksi 600 asteeseen.
- Uuni on kytketty käsiajolle käyttöhenkilöstön toimesta.
- Uuden hihnan rullat (toimitetaan myös taiteltuna ”mattona”) tilattu ja toimitettu etupihalle, mahdollisesti nostettu jo yläkertaan.

### Huollossa tarvittavat työvälineet mm.

- kiintolenkkiavaimia (mm. 13mm, 17mm, 19mm)
- ruuvimeisseli
- vaijeria (8mm) n. 5-10 metriä
- n. 20 kpl vaijerilukkoja
- akkuruuvinväännin vaijerilukkojen kiristystä varten
- nostoliinoja/-vöitä 8-10 m
- 2 kpl siirtoleukapihtejä
- ketjutaljoja, liimapuristimia
- jatkojohtokela
- rälläkkä (katkaisulaikka kuumalujalle/ruostumattomalle soveltuva)
- puikkohitsauslaitteisto (ruostumattomalle soveltuva puikko esim. OK 63.20)
- 4 kpl kierteellistä nostolenkkiä (8 mm)

### **Vanhan hihnan katkaisu ja tätä ennen tehtävä työ**

Uuden hihnan rullat nostetaan yläkertaan nostoaukon viereen odottamaan. Tämä voidaan tehdä myös myöhemmin.



Uunin etupäästä puretaan suojakaiteet:

- 241:n kaiteet siirretään saostamon puoleiselle seinälle
- 251:n kaiteet uunien väliselle käytävälle, joissa kaiteet ovat vähiten kehenkään tiellä.

Etupään kiristystela, jonka tarkoitus on kiristää hihnaa vastapainojen tuottamalla voimalla, ajetaan löysäksi, eli ajetaan tela uuniin päin:

- Avataan kiristyslaitteen turvakytkin (KL 241 M1 / KL 251 M1)
- Kiristyslaitteen ohjaus kytkimestä (KL 241 M1 / KL 251 M1)



## LIITE 2 (3)

- Kiinnitä kiristyslaitteen (vinssin) vaijeri kiristystelan puomissa olevaan lenkkiin



- Varmista, että kiristystelan liikkuminen on esteetön
- HUOM! Vinssin ohjauksessa viive, eli vinssi käy hetken sammuttamisen jälkeen. Vinssiä olisi siis hyvä käyttää muutaman kerran lyhyesti, jotta viive ja telan kulkema matka viiveen aikana tulisivat tutuksi. Näin vältetään telan ajamiselta liian pitkälle, mikä saattaisi johtaa vaijerin katkeamiseen sekä vakavaan vaaratilanteeseen!
- Kun kiristystela on saatu ajettua riittävän loppuun, lukitaan se laittamalla terästäpit kiskoissa oleviin reikiin molemmille puolille Tämän lisäksi lukitus varmistetaan ketjutaljalla!





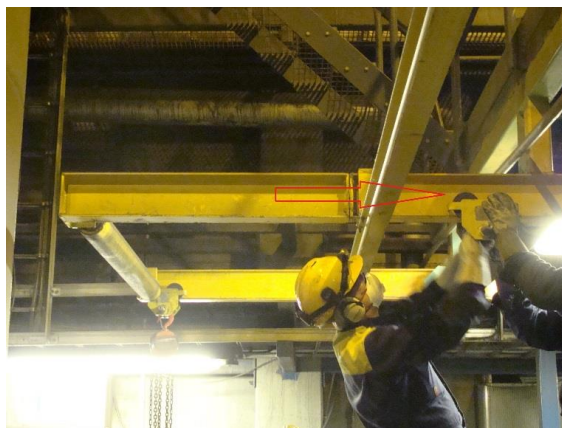
## LIITE 2 (4)

- Irrotetaan vinssin vaijeri ja lukitaan turvakytin.

Mikäli hihnaa on ajettu aputelaa käyttäen, lasketaan hihna aputelalta ja irrotetaan aputela.



SU 251:ssa aputelakiskojen työntövaunut (kissat) siirretään uunista katsoen uloimmilta kiskoilta sisimmille kelauslaitteen nostoa varten. 241:ssa kaikilla kiskoilla pitäisi olla omat.



Vanha hihna katkaistaan kulmahiomakoneella katkaisulaikalla.



**HUOM! Tulityö!** Kyseessä on tilapäinen tulityöpaikka, joten paikalle tuotava määräysten mukainen alkusammutuskalusto.

Katkaisulaikkana käytetään ruostumattomalle teräkselle soveltuvaa laikkaa. Katkaisukohta määräytyy sen mukaan, onko aputelaa käytetty ja miten. Ennen katkaisun aloittamista varmistuttava, ettei lähistöllä palavaa materiaalia. Kun kyseessä SU 251:n hihnan vaihto varmistetaan, että saostamoon ei pääse kipinöitä.

## LIITE 2 (5)

Hihnaa katkaistaessa huomioitava, että hihna saattaa muljahdella katketessaan!

Hihna katkaistaan rauhallisesti ja turvallinen työtapa muistaen.



Kun vanha hihna on saatu katkaistua, siirretään tarpeettomat työvälineet sivuun ja haetaan kelauslaite asennuspaikalle.

Kelauslaitteen ja kelauslaitteen kelan säilytyspaikka on SU 241:n vierustalla.

(1) Kela nostetaan kelauslaitteelle nostoketjuin siltanosturilla. (2) Kelauslaitteen liukupinnat syytä rasvata ennen kelan asennusta. (3) Varmistetaan kelan kiinnitys. (4) Kelauslaite tuodaan uunin eteen pumppukärryllä.



## LIITE 2 (6)

Kelauslaite nostetaan ketjuvinsseillä, jotka roikkuvat yläpuolella olevissa kissoissa:

- SU 241:ssä rungon päälle
- SU 251:ssä rungon sisälle, kuten kuvassa (runkopalkkien päätyraudat poistettava ensin pois tieltä).
- Kelauslaite niin päin, että moottori on valvomon suuntaan.
- Kelauslaite lukitaan pultein rungossa oleviin reikiin.



### Uuden hihnan liittäminen vanhaan hihnaan

Uuden hihnan syöttöpukki haetaan pumppukärryillä SU 241:n vierustalta nostoaukole, jossa siltanosturilla nostetaan ensimmäinen rulla pukille. (Jos uusi hihna toimitettu ”mattona”, syöttöpukkia ei tällöin tietenkään tarvita. Vaan ”matto” viedään lavoinen uunin eteen.)

Pukin akseli laitetaan nostettavan rullan läpi, ja käytetään nostossa nostoliinoja. Kun rulla saatu nostettua pukille, rullasta katkaistaan sidontalenkit. Nostohihnoja ei jätetä pukkiin kiinni.



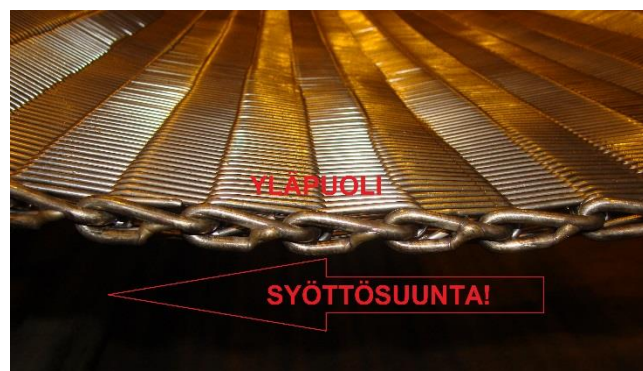


## LIITE 2 (7)

Syöttöpukki siirretään nyt uunin etupäähän ensimmäisen syöttöaputelan alle niin, että rulla on pituussuunnassa keskellä telaa. "Maton" kanssa toimitaan samoin. Kuvassa alla näytetään haluttu hihnan kulku telalle.



**TARKISTA, ETTÄ HIHNAN SYÖTTÖASENTO ON OIKEIN!**



Uusi hihna vedetään nyt kolmen ensimmäisen syöttöaputelan ylitse.



## LIITE 2 (8)

Vetämiseen käytetään hyväksi kelauslaitetta. Kuvassa alla käytettiin vetämiseen ketjutiljoja, mutta tämä toimintatapa on hidas ja epävarmempi.



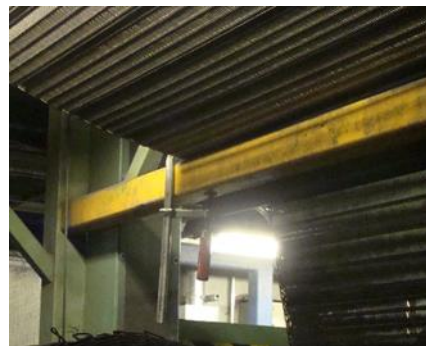
Hihnan päähän sidotaan vaijerilla vedon kestävä lenkki, johon sidotaan nostovyö. Nostovyön toinen pää sidotaan kelauslaitteeseen.

Kelauslaitteen ohjaus tapahtuu kummassakin uunissa samasta kytkimestä.



## LIITE 2 (9)

Kelauslaite kytketään voimavirtaan. Kuvassa yllä vas. on SU 251:n pistoke ja pistokkeiden turvakytkin. Kuvassa oik. kelauslaitteen ohjaus ja nopeuden säätö. Kun hihna on saatu vedettyä riittävän alas niin että hihnan pään liittäminen vanhan hihnan yläpuoliseen päähän onnistuisi, lukitaan hihna ettei se pääse vetäytymään pois teloilta.



Poistetaan nostovyö(t).

Vanhan hihnan alempi pää kiinnitetään nyt kelauslaitteen kelaan.

Huomaa kiinnityksessä, että hihna kelataan alakautta. Käytetään kiinnittämiseen vaijeria ja vaijerilukkoja.

Hihna sidotaan vaijerilla kelaan kolmella kaksinkertaisella lenkillä.

Kuvassa alla on hihna liitetty heppaamalla, mutta tätä tapaa ei suositella enää tehtävän. Hihnan kelausvaiheessa kela saattaa altistua vedolle, mikä voisi aiheuttaa heppausten pettämisen ja terävän hihnan pään iskeytymisen asentajaan!

Vaijeria käyttämällä hihnan pää myöskin taittuu kelaan paremmin.



Kiinnityksen jälkeen pyöräytetään kelauslaitetta niin, että hihna kiristyy. Älä kuitenkaan kiristä liikaa!

Vanhan hihnan ylempi pää kiinnitetään nyt uuden hihnan päähän. Kiinnityksessä käytetään 4-7 kaksinkertaista vaijerilenkkiä. Jokainen lenkki lukitaan kolmella vaijerilukolla.

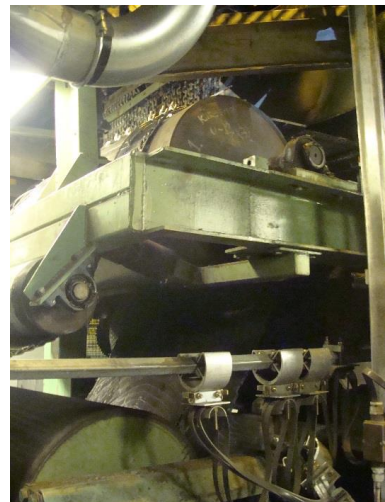




Vaijerilukot hihnan yläpuolelle. Liitoksen reunoihin hitsataan ohjausraudat hihnan liitoslangoista (kuva yllä).

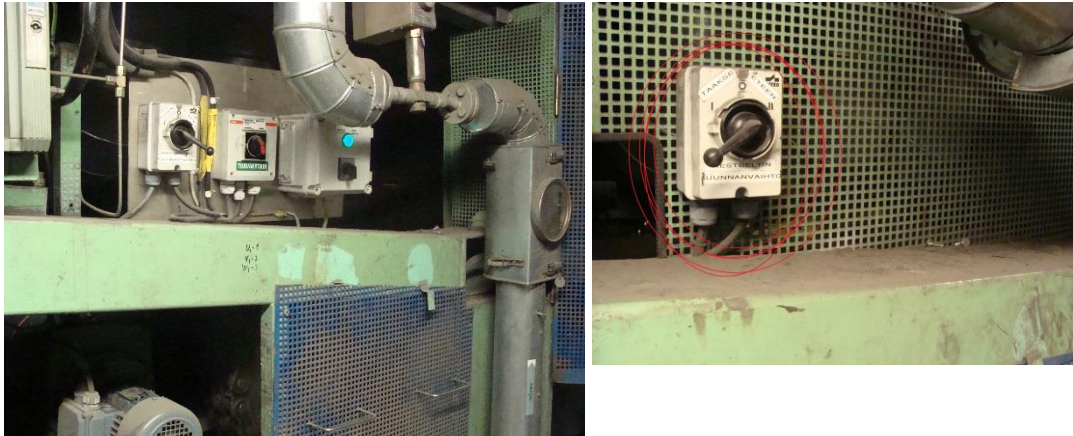
Valmius vetämään.

Siirretään uunin etupään rummuston ylimmän rummun päällä olevat kaavarit sivuun !  
Kaavareihin päästään käsiksi yläpuolen tasolta.



### Uuden hihnan vetäminen uuniin vanhaa hihnaa apuna käyttäen

Uuni on asetettu käsikäytölle ja nopeus 100 %:iin.



Uunien käsiohjaus tapahtuu uunien saostamon puoleiselta sivulta löytyvästä kytkimestä (kuvat yllä).

Kaavarit sivuun ennen syötön aloittamista!

HUOM! Kun hihnaa syötetään uuniin, uunin ajo ja kelauslaitteen pyörittävä samanaikaisesti. Jos hihnan syötössä tapahtuu häiriö, on kelauslaite ja uuni pysäytettävä välittömästi.

Toisen asentajan onkin oltava valmiudessa aina sammuttamaan laitteet, kun laitteet pyörivät.



Kelauslaitteen istukka.

## LIITE 2 (12)

Kelauslaitteen istukkaa hyvä seurata kelauksen aikana, sillä liialliselle väännölle altistuessaan se saattaa murtua/repeytyä jos hihna pääsee kiristymään kireälle aiheuttaen vetoa.

Uunista tulevaa vanhaa hihnaa ei saa päästää myöskään liian löysälle. Se aiheuttaisi myös ongelmia. Muistetaan säätää kelauslaitteen pyörintänopeutta tarvittaessa. Esimerkiksi nopeutta vähennetään sitä mukaan, kun kelaan kertyvän rullan halkaisija kasvaa.



Aloitetaan hihnan kelaus.

Uusi/vanha -liitoksen kulkua seurattava ensi hetken tarkasti ja oltava valmiudessa pysäyttämään laitteet häiriön ilmetessä.

Kun uusi/vanha -liitos on ohittanut etupään rummut, voidaan jo tässä vaiheessa siirtää uunin alapuolen osassa, ts. "uunin sisällä", olevat ohjausrullat (4kpl) sivuun. Nostetaan myös hihnan päällä poikittain olevat U-palkit sivuun, jos ovat vielä paikoillaan.



Myös vanhaa hihnaa seurattava, sillä loppuun ajettu hihna repeää helposti liisää. Hihnan katkeaminen hankaloittaisi suuresti huollon etenemistä.



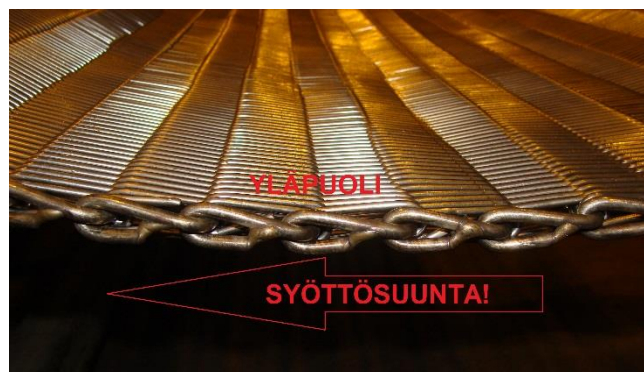
Uuden hihnan rullan loppuessa, rulla purkautuu todennäköisesti itsestään maahan. Hihnan syöttö uuniin pitää pysäyttää, kun hihnan loppupää, ”häntä”, on irronnut / irtoamaisillaan maasta. Liian ylös häntää ei saa päästää (max. noin metri), jotta muun hihnan paino ei vedä hihnaa pois syöttöteloilta. Hihna kannattaa silti aina lukita esim. puristimella (kuva yllä oik.).

### **Loput uudesta hihnasta uuniin**

Viedään tyhjä syöttöpukki nostoaukolle, poistetaan edellisestä rullasta jäänyt putki ja nostetaan uusi rulla pukille.

Uusi rulla uunille.

### **Muistetaan jälleen tarkastaa oikea hihnan syöttöasento!**



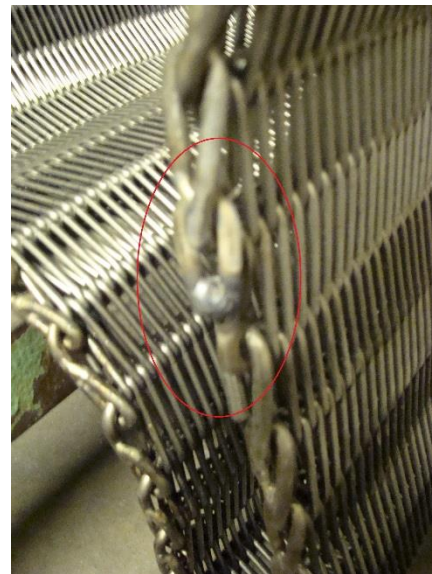


## LIITE 2 (14)

Liitetään uuden rullan pää edellisen rullan loppupäähän hihnojen mukana tullella liitoslangalla.



Teräslanka pujotetaan hihnojen päiden lenkkien lävitse, langan päät taitetaan pihdein vastaamaan hihnan muita lenkkejä ja lenkit suljetaan hitsaamalla.



Kun uusi/uusi –liitos tehty, jatketaan hihnan syöttöä uuniin. Käynnistetään uuni ja kelaus.

Tarkkaillaan edelleen hihnan kulkua ja pysäytetään syöttö heti, jos ilmenee mahdollinen häiriö.





Ennen kuin puolet hihnasta mennyt tarkastetaan perän säädön keskitys. Mikäli vaikuttaa siltä, että hihna ei keskity kunnolla, ohjeet perän säätöön löytyvät uunin perästä ylätasanteelta.

Seurataan kelauslaitteen kelan täyttymistä. Kelaan mahtuva kierrosmäärä riippuu vanhan hihnan kunnosta, mutta noin puolet hihnasta pitäisi mahtua yhteen kelaan. Kela vaihdetaan, kun siihen ei mahdu enempää.

Kelauslaitteen kelan vaihtaminen:

- pysäytä laitteet
- lukitse/hitsaa hihna, ettei se pääse katkaistaessa putoamaan/karkaamaan mihinkään, esimerkiksi kuvan (alla) punaisten renkaiden osoittamiin kohtiin



- valitse sopiva katkaisukohta
- heppaa katkaisukohdasta kelaan jäävän hihnan pään sivut rullaan

- katkaise hihna



- sido liitoslankojen avulla lisää varmistaaksesi, ettei hihna pääse purkautumaan kelasta
- nosta kela ketjuvinsseillä uuden hihnan mukana tulleele trukkilavalle



- vie täysi kela pois, tuo uusi tilalle, nosta uusi paikalleen ja kiinnitä jälleen vanhan hihnan pää kelaan
- huomaa poistaa ylimääräiset lukitukset/heppaukset ennen kuin käynnistät kelauksen.

## LIITE 2 (17)

Jatketaan lopun uuden hihnan syöttöä.

Uusi/vanha –liitoksen saavuttaessa vesilukon jälkeisen osan uunista, seurataan liitoksen kulkua. Ja jos ei ohjausrullia ole vielä siirretty uloimpaan asentoon, on se tehtävä ennen kuin uusi/vanha –liitos saavuttaa ne.



Kun viimeisen rullan loppupää irtaamassa lattiasta, pysäytetään laitteet.

Viimeisen rullan loppupää täytyy kontrolloida lihasvoimin läpi syöttötelojen: loppupäähän tehdään vaijerilla vedon kestävä lenkki, johon sidotaan nostovyö (käytetään esimerkiksi kolmea 3m nostovyötä).



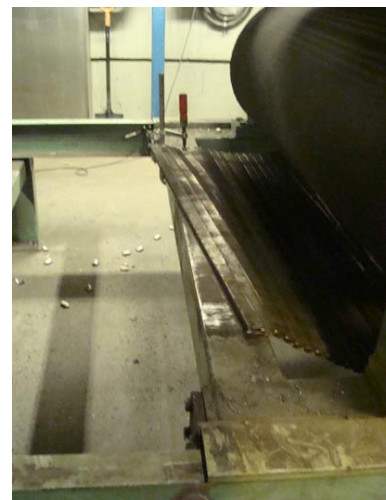
Käynnistetään uuni ja kelaus.



Uusi/vanha –liitoksen kulkiessa etupään rummuston läpi, on sen kulkua valvottava tarkoin.

### Uuden hihnan alku- ja loppupäähän liittäminen, ja lopputoimet

Uuden hihnan alkupäätä ajetaan riittävästi ulos uunista, jotta hihnasta saadaan riittävä pätkä otettua pois (n. 30cm).

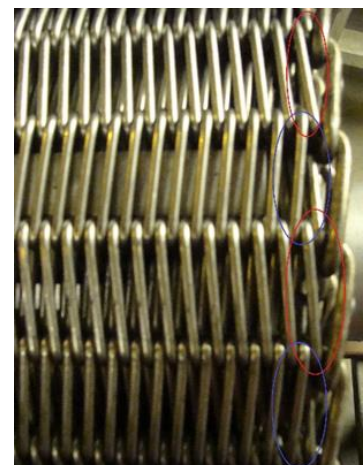


Katkaisu tehdään katkaisemalla katkaisukohdan teräslangan lenkit ja vetämällä teräslanka pois.

Hihnan pää tulisi tällöin yltyä noin puoleen väliin kiristystelaa nostettaessa hihnaa ylöspäin.

Myös uuden hihnan loppupäästä täytyy ottaa pätkä pois.

Riittävä määrä on, että kun uuden hihnan päät liitetään ja kiristystela vapautetaan, kiristystela liikkuisi mahdollisimman vähän. Kuitenkaan liikaa ei saa ottaa, jotta päiden liittäminen onnistuu. Katkaisukohta olisi hyvä katsoa tarkasti, jotta päiden liittämisen jälkeen hihnan rakenne olisi ns. muuttumaton, kuten kuvassa oikealla yritetään havainnollistaa.



Kun sekä alku- että loppupää on saatu katkaistua, päät yhdistetään.

Hihnan päiden liittämisen aputyövälineenä voidaan käyttää kierteellisiä nostolenkkejä.



Nyt uusi hihna on yhtenäinen ja kiristystelan voi vapauttaa.

Kiristystelan puomin lenkkiin kiinnitetään vinssin vaijeri. Kiristystelaa ajetaan uuniin päin sen verran, että lukitustapit ja ketjutalja saadaan pois.

Tämän jälkeen kiristystela ajetaan hihnaa päin, jolloin paino siirtyy hihnalle ja vinssin vaijeri löystyy. Irroitetaan vaijeri. Muistetaan lukita turvakytkin.



Käynnistetään uuni ja samalla seurataan hihnaa. Uunin saa jättää pyörimään.

Kelataan loput hihnat kelaan ja tehdään tarvittavat lukitukset. Nostetaan kela pois ja viedään nostoaukolle. Myös muut hihnan pätkät vietävä pois.

## LIITE 2 (20)

Puretaan kelauslaite, joka viedään takaisin säilytyspaikalleen SU 241:n viereen. Kuten myös syöttöpukki.

Muistetaan lukita turvakytkimet.

Asennetaan turvakaiteet takaisin uunin eteen.

Täydet kelat nostetaan alakertaan niiden purkua varten.

Siivotaan ennakkoahuolloissa syntyneet jätteet ja muistetaan jätteiden lajittelu! Käyttämättömät tarvikkeet ja työvälineet takaisin omalle paikalleen.

Kun telat purettu, muistetaan nostaa tyhjät kelat takaisin ylös ja viedään SU 241:n viereen.

### *Lyhennys*

Hihna lyhennetään, kun kiristystela on siirtynyt etuosaan asti. Ohjeet kiristykseen löytyvät Maximosta: työsuunnitelma 37-OMG3468. (Työsuunnitelma vajavainen)

Lyhyesti kiristys tapahtuu:

- aja kirsitystela uunia päin ”löysäksi”
- muistetaan vinssin viive, lukitustapit ja ketjutiljavarmistus
- otetaan löysä osuus hihnasta pois
- katkaisukohdista vedetään lanka liukuvasaran avulla
- yhdistetään uudet päät liitoslangalla
- vapautetaan kiristystela.